ACESSIBILIDADE X DESFLORESTAMENTO: O CASO DA AMAZÔNIA

Valdete Santos de Araújo

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Transportes.

Orientador: Licinio da Silva Portugal

Rio de Janeiro
Dezembro de 2010

ACESSIBILIDADE X DESFLORESTAMENTO: O CASO DA AMAZÔNIA

Valdete Santos de Araújo

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

_____

Prof. Licinio da Silva Portugal, D.Sc.

_____

Prof. Carlos David Nassi, Dr. Ing.

_____

Prof. Elton Fernandes, Ph.D.

_____

Prof. Márcio Peixoto de Sequeira Santos, Ph.D.

_____

Prof. Waltair Vieira Machado, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 2010

Araújo, Valdete Santos de

Acessibilidade x Desflorestamento: o caso da Amazônia / Valdete Santos de Araújo. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

XVI, 202 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Licinio da Silva Portugal

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2010.

Referências Bibliográficas: 167-178

1. Acessibilidade. 2. Desflorestamento. 3. Amazônia. I. Portugal, Licinio da Silva. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

À Santissima Trindade (Pai, Filho e Espírito Santo)

À minha querida familia dos Santos Araújo

AGRADECIMENTOS

Ao professor Licinio da Silva Portugal, verdadeiro mestre, pela sua orientação, persistência, dedicação, paciência e encorajamento durante a realização desta pesquisa.

À Deus pelo dom da vida, pela saúde, pelo conforto durante os momentos difíceis e pelos amigos que me proporcionou ao longo dessa jornada.

À SUFRAMA pelo apoio financeiro ao programa de doutorado da COPPE/UFRJ turma especial de Manaus.

Aos professores Elton Fernandes e Waltair Machado pelo empenho e ousadia na conquista da realização dessa turma de doutorado.

Aos professores do Programa Engenharia de Transportes (PET), em especial, Raul de Bonis Almeida Simões, D.Sc., Carlos David Nassi, Dr.Ing., Ph. D., Marcio Peixoto de Sequeira Santos, Ph.D e Ronaldo Balassiano, PhD.

À MSc. Wanderléia Salgado pelo auxílio prestado durante a obtenção dos dados referentes ao trabalho pesquisado no Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM).

Aos amigos do doutorado e em especial as professoras Marly Honda e Carla Calheiros, minhas fieis companheiras de estudos.

Ao amigo Evandro Pantoja, por nos acolher em sua casa durante a nossa estada no Rio de Janeiro.

Aos funcionários do PET, André, Helena, Jane e Ieda pela atenção.

À Adelina Iorio pela sua atenção e ajuda durante todos esses anos de estudo.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

ACESSIBILIDADE X DESFLORESTAMENTO: O CASO DA AMAZÔNIA

Valdete Santos de Araújo

Dezembro/2010

Orientador: Licinio da Silva Portugal

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho visa apresentar as relações existentes entre acessibilidade e o desflorestamento da porção sul do estado do Amazonas, proporcionada pela infra-estrutura de transportes. Abordam-se inicialmente as principais causas do desflorestamento na Amazônia assim como identificam-se os principais indicadores de acessibilidades que podem ser usados no presente estudo. A metodologia foi estruturada em 7 etapas que vão desde a caracterização da área de estudo, passando pela divisão/sub-divisão da área, estabelecimento do centróide, formulação da rede de transporte, obtenção dos índices de acessibilidade e finalizando com a verificação da correlação entre o desflorestamento e a acessibilidade. A razão do objeto de estudo ser o Estado do Amazonas, deve-se à expansão da fronteira agrícola que está alterando a dinâmica de desmatamento nesta região. Constatou-se essa modificação por dois principais motivos. O primeiro por está próximo da fronteira do arco do desmatamento. E segundo por está em área fronteiriça com o estado do Mato Grosso, apresentando indícios de desmatamento desde esta localidade até as margens da Transamazônica (BR-230). Constatou-se também que as rodovias melhoradas na região Amazônica encorajam os proprietários de terras a aumentar a produção agrícola e a mudar da agricultura de subsistência para produção comercial, resultando no incremento do desflorestamento.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

ACESSIBILITY X DEFORESTATION: CASE STUDY OF AMAZONIA

Valdete Santos de Araújo

December/2010

Advisor: Licinio da Silva Portugal

Department: Transportation Engineering

This paper presents the relationship between accessibility and deforestation of an area provided by the transport infrastructure, taking as a case study of the southern state of Amazonas. Addresses were initially the main causes of deforestation in the Amazon, the impact the environment and humans have suffered from this practice. It also identifies key indicators of accessibility that can be used in the study of this correlation. The methodological proposition, developed in seven stages ranging from the characterization of the study area, through the division / sub-division area, establishing the centroid formulation of the transmission, determine the indexes of accessibility and ending with verification correlation between deforestation and accessibility. As the object of case study was chosen the State of Amazonas due to expanding agricultural frontier is changing the dynamics of deforestation in the southern Brazilian Amazon. It was found that modification of two main reasons. The first is close to the border of the arc of deforestation.And a second is in the border area with state of Mato Grosso, showing signs of deforestation from this location to the fringes of Trans (BR-230). It was also found that the improved highways in the Amazon region encourage landowners to increase agricultural production and shift from subsistence farming to commercial production, resulting in increasing deforestation.

SUMÁRIO

RESUMO..... vi
ABSTRACT..... vii
LISTA DE FIGURAS..... xi
LISTA DE TABELAS..... xiii
SIMBOLOS E NOMENCLATURAS..... xiv
LISTA DE QUADROS..... xvi
CAPITULO 1- INTRODUÇÃO 01
1.1 Considerações iniciais..... 01
1.2 Objetivos da pesquisa..... 02
1.3 Justificativa da pesquisa..... 03
1.4 Caracterização do problema..... 04
1.5 Estrutura da tese..... 05
CAPITULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 09
2.1 Considerações iniciais..... 09
2.2 As Florestas no Mundo..... 13
2.2.1 Florestas tropicais..... 14
2.2.1.1 Amazônia..... 15
2.2.1.2 Patagônia..... 17
2.2.1.3 Congo..... 17
2.2.2 Floresta Boreal..... 18
2.2.2.1 Nevada do Norte da Ásia..... 19
2.3 Desflorestamento na Amazônia..... 19
2.3.1 Causas do desflorestamento na Amazônia Brasileira..... 21
2.3.1.1 Pastagens..... 27
2.3.1.2 Agricultura..... 30
2.3.1.2.1 Grãos..... 31
2.3.1.3 Atividades de Mineração..... 36
2.3.1.4 Atividades Madeireiras..... 39
2.3.1.5 Infraestrutura de transportes 41
2.4 Estudos sobre as causas dos desflorestamentos na Amazônia..... 51

2.5 Sistemas de monitoramento de desflorestamento na Amazônia .....
2.6 Programas de proteçãoo as florestas.....
2.7 Considerações finais..... 74
CAPITULO 3 – INDICADORES DE ACESSIBILIDADE 70
3.1. Considerações iniciais 70
3.2. Indicadores de acessibilidade 76
3.3 Considerações finais..... 89
CAPITULO 4 - O SIG E SUA APLICAÇÃO A ACESSIBILIDADE
4.1 Considerações iniciais 91
4.2 Componentes do SIG e princípios..... 92
4.3 Tipos de Mapas..... 99
4.4 Aplicações da análise espacial com o SIG..... 101
4.5 Software..... 102
4.5.1 ArcGis..... 103
4.6 Análise espacial..... 104
4.6.1 Visualização de Dados..... 106
4.6.2 Média Móvel Espacial..... 107
4.6.3. Indicadores de Autocorrelação Espacial Global..... 91
4.6.4 Integração da análise espacial com o SIG 100
4.7 Identificação preliminar dos indicadores de acessibilidade x desflorestamento 109
4.8 Considerações finais..... 113
CAPITULO 5 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO..... 115
CAPITULO 6 - ESTUDO DE CASO..... 104
6.1 Considerações iniciais..... 125
6.2 Caracterização da área de estudo..... 125
6.2.1 Municipios do Sul do Amazonas..... 129
6.2.2.1 Canutama..... 131
6.2.2.2 Humaitá..... 133
6.2.2.3 Novo Aripuanã..... 136
6.2.2.4 Manicoré..... 137
6.3 Formulação da rede de transporte 138

6.3.1. Sistema rodoviário 139
6.3.2 Sistema Hidroviário..... 140
6.3.2.1 Hidrovia do Madeira..... 140
6.3.3 Terminais Portuários..... 145
6.3.3.1 Porto de Porto Velho..... 146
6.3.3.2 Porto Itacoatiara..... 148
6.4 Divisão em sub-áreas..... 150
6.5 Identificação dos centróides..... 152
6.6 Escolha dos indicadores de acessibilidade..... 153
6.7 Cálculo dos indicadores de acessibilidade..... 156
6.8 Resultado da relação entre desflorestamento x 123
Acessibilidade..... 160
CAPITULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 163
7.1 Conclusões..... 163
7.2 Recomendações..... 127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 167
ANEXOS 1..... 179
ANEXO 2 180
ANEXO 3..... 181
APÊNDICE 1 187
APÊNDICE 2..... 194

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Comparação dos sistemas PRODES e DETER quanto ao tempo de detecção e ao processo de desmatamento (INPE, 2008)..... 11
Figura 2.2: Mapa-mundi das áreas remanescentes e intactas de floresta..... 14
Figura 2.3: Floresta Equatorial Amazônica..... 18
Figura 2.4: Taxa de desmatamento do Brasil para o período de 1988 a 2009 (PRODES , 2009)..... 28
Figura 2.5: Bacia Amazônica, principais cidades, estradas pavimentadas e de terra e áreas protegidas atuais e planejadas (SOARES-FILHO *et al.* 2005)..... 30
Figura 2.6: Padrões espaciais de desmatamento simulados para os dois cenários extremos: governança x "o mesmo de sempre" (SOARES-FILHO *et al.* 2005)..... 31
Figura 2.7: Área desmatada no estado de Rondônia acumulada entre 2001 e 2005, expressa em percentual da área municipal. Em destaque a divisão microrregional do estado..... 33
Figura 2.8: Imagem de satélite do município de Lábrea (AM), Humaitá, trechos da BR-230 e 319 (GoogleEarth, 2010)..... 43
Figura 2.9: Cenário futuro do padrão de desflorestamento para o Estado do Amazonas SDS(2010).)..... 43
Figura 2.10: Mapa do arco de desflorestamento provocado pela Mineração (BARCELLOS e LIMA (2002)..... 46
Figura 2.11 : Pólos produtores de madeira no Amazonas (SDS, 2010)..... 50
Figura 2.12: Modelos de risco de desmatamento em função da distância das estradas: (ABC) somente estradas oficiais..... 59
Figura 2.13: imagens da perda parcial do dossel e áreas de regeneração sub-bosque captadas no DETER e PRODES..... 64
Figura 2.14: Floresta tipo corte raso contabilizada pelo sistema DETER..... 64
Figura 2.15 Esquema de Classificação dos dados de Alerta do DETER. As classes finais são representadas pelas caixas verdes: 1) Não confirmado como desmatamento (a); 2) Corte Raso; 3) Degradação Florestal de

Intensidades Leve, Moderada e Alta (b) (INPE, 2010)..... 64
Figura 2.16: Cortina de fumaça sobre o rio Negro na praia de Ponta Negra em agosto de 2010..... 66
Figura 2.17: Panorama de Unidades de Conservação Estaduais, federais e Terras Indígenas no estado do Amazonas (SDS, 2008)..... 72
Figura 3.1: Níveis de acessibilidade para os condados de Maryland para α=1..... 89
Figura 3.2: Níveis de acessibilidade para os condados de Maryland para α=0,5..... 89
Figura 4.1 : Estrutura geral de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).... 92
Figura 4.2 : Requisitos para modelagem dinâmica em GIS..... 94
Figura 4.3: Diferentes representação temporal..... 96
Figura 4.4 : Área Desmatada da floresta em dois instantes t e t'..... 97
Figura 4.5: Estrutura dos 3 componentes fundamentais do ArcGis..... 103
Figura 5.1: Procedimento metodologico para realização da tese..... 115
Figura 5.2: Desmatamento na Amazônia Legal agosto de 2008..... 116
Figura 5.3: Mapa com a divisão da área de estudo (critério tamanho)..... 117
Figura 5.4: Mapa com a localização das atividades produtoras, mercado e centróide da área 118
Figura 5.5: Gráficos de correlação linear e exponencial da relação entre desmatamento e acessibilidade..... 122
Figura 5.6: tipos de gráficos relação entre as variaveís (BRENNER, 2005)... 123
Figura 6. 1: Localizacão do produtores de soja no sul do Estado..... 128
Figura 6.2. : Localização dos modais no sul do Estado Amazonas..... 129
Figura 6.3: Subdivisão segundo critérios do IBGE em mesorregião Sul do Estado..... 139
Figura 6.4 : Localização dos primeiros centróides..... 148
Figura 6.5: Subdivisão das áreas segundo padrão de desmatamento e limites hidrográficos e rodoviário..... 148
Figura 6.6: Subdivisão das áreas segundo padrão de desmatamento e limites hidrográficos e rodoviário..... 148

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 : Preço de venda de terras nas regiões brasileiras para pastagens..... 30
Tabela 4.1 apresenta-se um resumo dos principais parâmetros considerados no cálculo da acessibilidade e seus respectivos modelos..... 102

Tabela 6.1: Valores de áreas dos municípios em estudo..... 102
Tabela 6.2: Distâncias entre os produtores até as rodovias, porto Humaitá e de Itacoatiara. 120
Tabela 6.3: Volume de soja por produtores sul do estado Amazonas..... 120
Tabela 6.4: Indicadores de acessibilidade pelo fator impedância distância..... 121

SIMBOLOS E NOMENCLATURAS

AHIMOC	Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental
ABIOVE	Associação Brasileira das Industrias de Óleos Vegetais
ANEC	Associação Nacional dos Exportadores de Cereais
BASA	Banco da Amazônia
CEPEA	Centro de pesquisas econômicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
COPPETEC	Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos da COPPE
CPETEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
GEIPOT	Grupo de Estudos em Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPAAM	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas
ITEAM	Instituto de Terra do Amazonas
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ONU	Organização das Nações Unidas
PDA	Plano de Desenvolvimento da Amazônia

PEIT	Plan Estratégico de Infra-estruturas y Transporte da Espanha
PIB	Produto Interno Bruto
PPG7	Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil
PRODES	Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia
SAD	Sistema de Alerta de Desmatamento
SPVEA	Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia
SECEX	Secretaria Executiva do Ministério do Desenvolvimento Agrário
SEUC	Sistema Estadual de Unidades de Conservação
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SDS	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SUDAM	Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
SNT	Secretaria do Tesouro Nacional
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WWF	World Wildlife Found

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 : Fabricantes de SIGS e seus respectivos produtos principais..... 81

Quadro 5.1 Classificação dos valores de correlação..... 99

Quadro 6.1: Valores de áreas dos municípios em estudo..... 102

CAPITULO 1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

As florestas estão mais vulneráveis às degradações ocasionadas pelas mudanças no uso e na cobertura do solo, pelo crescimento dos centros urbanos e pela intensa atividade agrícola e de pastagem, promovendo com isso o aumento da perda na cobertura florestal, o surgimento de impactos sobre a biodiversidade e seus recursos hídricos, além da emissão de carbono na atmosfera.

Dados da FAO (2010) revelam que o Brasil é líder no ranking dos países emissores de gases atmosféricos (GEE) no planeta, decorrentes dos altos índices de desflorestamentos, representando de 3 a 4% do total das emissões globais desses gases.

O desmatamento tropical é responsável por aproximadamente 20% das emissões de gases de efeito estufa do mundo (IPCC, 2009). Uma dessas florestas que vem contribuindo com esse incremento é a floresta tropical Amazônica.

Inúmeros estudos confirmam que o desflorestamento está relacionado à associação de diferentes causas como o simples crescimento vegetativo da população nas pequenas propriedades; a expansão das plantações de café; vários tipos de pecuária; ao reagrupamento de propriedades; aos pólos madeireiros associados a invasões de terras e projetos de assentamento; à implantação de novas culturas como a soja; à intensificação das culturas do algodão e do milho.

Estudos do GREENPACE (2007) identificam as áreas desflorestadas e as áreas de conservação de florestas remanescentes ainda intactas no planeta. Tais áreas podem ser visualizadas no novo mapa-mundi. Este estudo revela que as últimas florestas antigas do mundo estão ameaçadas e que restam menos paisagens com florestas intactas do que se estimava anteriormente.

Neste contexto, a infra-estrutura de transporte e os padrões de acessibilidade são de fundamental importância para garantir as condições ideais de conexão e inserção às

unidades territoriais, de modo a priorizar a floresta como elemento de manutenção da biodiversidade e equilíbrio das condições climáticas locais e globais.

A inter-relação entre acessibilidade e o nível de desflorestamento de uma região vem sendo objeto de poucos estudos. Entretanto, encontram-se várias pesquisas que mostram a forte inter-relação entre as estradas, um dos elementos que compõem o sistema rodoviário, com o desflorestamento na Amazônia (SOARES-FILHO *et al*., 2004; FERREIRA *et al*., 2005 e BRANDÃO JÚNIOR *et al.*, 2007).

Ainda segundo os autores anteriormente mencionados, eles comentam sobre o dilema da rodovia, dizendo que ao mesmo tempo em que ela ajuda a reduzir o isolamento dos habitantes das áreas rurais e a melhorar a qualidade de vida das populações, contribuem também com a geração de impactos ambientais.

O Brasil vem tentando controlar o avanço do desflorestamento por meio da criação de áreas protegidas, sistemas de monitoramento por satélite na região amazônica e a ocupação de terras por povos indígenas. Essas medidas são ferramentas efetivas de proteção das florestas, mecanismos comprovadamente eficazes, mas não suficientes para proteger as florestas públicas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2008).

Assim, o estudo pretende determinar a inter-relação do desflorestamento com a acessibilidade promovida pela infraestrutura de transportes na região sul do Amazonas.

1.2 Objetivos e Hipótese da Pesquisa

Esta tese tem por objetivo geral investigar as relações existentes entre o desflorestamento e a acessibilidade da infraestrutura de transportes, tendo como caso de estudo a região Amazônica, mas especificamente o sul do estado do Amazonas.

Para tanto, são propostos os seguintes objetivos específicos:

a) Identificar quais os produtores de grãos de soja do sul do Amazonas que foram licenciados ambientalmente pelo órgão de monitoramento e fiscalização ambiental do Amazonas (IPAAM);

b) Levantar o incremento das áreas desflorestadas desses produtores de soja para o ano 2008 junto a base de dados do PRODES/INPE;

c) Determinar as subáreas com seus respectivos empreendedores de soja;

d) Determinar os indicadores de acessibilidade e de desflorestamento das subáreas, levando em conta os fatores de impedância distância e custo do transporte de grãos;

e) Levantar as variáveis e os atributos dos municípios que são imprescindíveis para análise espacial onde serão incorporados na fórmula de acessibilidade e visualizados por meio de software Arc Gis, resultando em mapas digitais;

f) Classificar e hierarquizar as regiões quanto aos graus de acessibilidade e desflorestamento; e

g) Verificar a existência da correlação do desflorestamento com a acessibilidade, considerando as áreas produtoras de grãos de soja instaladas no Sul do Amazonas.

Como hipótese da tese está se afirmando que acessibilidade de uma localidade pode influenciar ou tendenciar no nível de desflorestamento das subáreas ou região objeto de estudo.

1.3 Justificativa da pesquisa

Levando em conta o processo de desflorestamento que as florestas em nível mundial vêm sofrendo nos últimos anos como foco de pesquisa, alguns dos principais aspectos constituem motivação básica para desenvolvimento do presente trabalho, a saber:

Encontram-se na literatura inúmeros fatores que são potencializadores no incremento do desflorestamento no Brasil e no mundo, são eles:

- As mudanças no uso e cobertura do solo - as florestas foram substituídas por cidades, cultivos, plantações comerciais e às florestas plantadas (seringa, café, eucalipto, laranja etc.), conduzindo as questões ambientais tais como a conservação da biodiversidade da região, e alterações de carbono e no ciclo hidrológico, com sérios efeitos sobre as mudanças climáticas globais;
- Vários outros fatores condicionantes no processo de desmatamento foram identificados, sendo comum a combinação de alguns, sejam eles: crescimento populacional, necessidade de terra, desigualdades sociais, política fundiária e regime de direito de propriedade, políticas governamentais, tecnologia inadequada, relações de comércio internacional, corrupção no setor florestal, entre outros;
- Que a Análise Espacial por meio SIGs pode contribuir para aumentar o entendimento da questão do processo de desmatamento na Amazônia brasileira.

  Diferentemente das abordagens tradicionais, nesta pesquisa os indicadores serão organizados e classificados de forma articulada, contemplando os elementos intervenientes e úteis na análise do desempenho da rede viária, de acordo com a acessibilidade disponível em cada região;
- Não se encontrou, até o presente momento, nenhum trabalho que associe desmatamento com indicador de acessibilidade considerando a infra-estrutura de transporte. O que se identificou foram estudos orientados fundamentalmente aos impactos das rodovias no processo de desflorestamento.

1.4 Caracterização do problema

Reconhece-se, atualmente, a importância de se promover o desenvolvimento sustentável visando atender as necessidades das presentes gerações sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras. Para isso, a humanidade vem tentando encontrar caminhos para reduzir sérios problemas ambientais. Entre eles, se destaca o problema da mudança climática global, discutidos na Convenção sobre Mudança do Clima, e firmados no Protocolo de Quioto, na Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 e na Agenda 21.

De acordo com o Painel Intergovernamental de Cientistas criado no âmbito das Nações Unidas, que divulgou, em Paris, o último relatório do International Panel on Climate Change (IPCC), 2007, até 1750, a concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO_2) era da ordem de 280 ±10 ppm, mantida por centenas de anos. Com o crescimento industrial, esse valor vem aumentando continuamente, atingindo valores entorno de 367 ppm, em 1999, e 450 ppm, em 2006.

Esse incremento, no entendimento do IPCC, deve-se basicamente a intensificação da atividade agrícola, industrial e de transporte, que emitem CO_2 por queima de combustível fóssil e pelas mudanças de uso do solo, incluindo as emissões provenientes das florestas.

O fenômeno global do aquecimento da atmosfera terrestre, antes considerado uma suposição é agora uma realidade. Cientistas afirmam uma mudança gradual, com efeitos visíveis em médio e longo prazo.

Após inúmeras análises sistemáticas, constatou-se que o aumento da temperatura média global do planeta continuará. Assim, cada vez mais, cientistas acham que os sinais de mudança climática manifestam-se em furacões, derretimento das calotas de gelo polar e nas secas na Amazônia. Estima-se que, sob atuais tendências de emissões, em 2100, a temperatura média aumentará entre 4º e 7º C com conseqüências sociais e ambientais potencialmente catastróficas, incluindo elevação dos níveis do mar, inundação de cidades costeiras e transformações ecossistêmicas em grande escala.

O reconhecimento científico dessa problemática levou aos líderes mundiais a adotar a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) para discutir sobre tal problemática e a estabelecer metas obrigatórias para redução de emissões no Protocolo de Kyoto em 1997 para os países desenvolvidos. Este protocolo estabelece aos países industrializados limites obrigatórios de emissões de CO_2, visando reduzi-las entre 2008 e 2012 em 5,2% em relação aos níveis de 1990.

Por meio dessas discussões sobre o aquecimento global, as florestas tropicais vêm ganhando destaque na sua importância no que diz respeito à liberação de gases ao efeito estufa.

Nos eventos que tratam da questão do aquecimento global foram produzidos documentos onde são encontrados princípios que deverão nortear desde a criação de políticas e medidas para minimização das mudanças climáticas, passando pela criação e desenvolvimento de programas de conscientização a respeito desse tema até a promoção de pesquisas científicas para mitigação dessas mudanças climáticas.

O Brasil detém 28,3% das florestas primárias existentes no mundo. A Europa possui apenas 0,1%, a África 3,4%, Ásia 5,5% e toda América do Sul tem 41,4%. Sendo o Brasil, portanto, o maior detentor dessas áreas verde (MIRANDA, 2007).

Porém, estudos e dados do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) revelam uma elevação nas taxas de desflorestamento na Amazônia Legal. Para o INPE (2006), a cobertura florestal na Amazônia brasileira deve perder 2,1 milhões de hectares de floresta até 2050, ou seja, uma área maior que a do México. Isso significaria uma redução de 39% em relação ao patamar atual e de mais de 50% em comparação à cobertura original, de pouco mais de 5 milhões km^2.

Para alguns autores, esse incremento deve-se a intensa atividade de pastagem e ampliação de áreas agrícolas, decorrentes da implantação de grandes obras de infra-estrutura, principalmente estradas; da conversão de florestas para a pecuária; da expansão da fronteira agrícola; da exploração ilegal e predatória da madeira; e da histórica falta da presença efetiva do Estado na região no controle das atividades não-predatórias.

Os estudos do INPE (2006) apontam previsão de aumento de temperatura de 3° a 8°C até 2100. Como conseqüência dessa drástica mudança climática, a região amazônica sofrerá com conseqüência: um clima mais seco, levando a savanização da floresta; o

aumento dos riscos de incêndios; a redução de sua biodiversidade; a diminuição da precipitação pluviométrica por conta da alteração das condições da energia solar incidente em gerar fluxos de calor sensível e calor latente; e alteração as condições de rugosidade da superfície.

O desflorestamento e as práticas de queimadas (emprego do fogo como uma ferramenta de gerenciamento do solo) contribuem para o aquecimento global através da liberação de enormes quantidades de gases do efeito estufa na atmosfera, tais como o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4). As árvores da Amazônia possuem uma enorme quantidade de "carbono armazenado", o equivalente ao total de mais de uma década de emissões globais proveniente das atividades humana (GREENPEACE, 2007).

As infraestruturas de transportes modificam as condições de acessibilidade, tornando-se um fator primordial nas políticas de desenvolvimento regional. Novas medidas podem resolver problemas de transporte e também orientar a potencializar regiões menos favorecidas. BIEHL (1986) considera que os quatro fatores determinantes no desenvolvimento regional são: i) a infraestrutura, ii) a localização, iii) a aglomeração e estrutura de assentamento, e finalmente iv) a estrutura setorial da economia.

Várias hipóteses sobre a relação de desflorestamento e, consequentemente, da biomassa perdida, e mudanças do uso da terra, decorrentes de ações antrópicas, com as mudanças climáticas globais, vêm sendo formuladas em diversos trabalhos (SALATI e VOSE, 1984; CRUTZEN e ANDREAE, 1990; SHUKLA *et al*., 1990). Assim como os estudos de MERTENS e LAMBIN (1997), PFAFF (1999), CROPPER *et al*. (2001), NEPSTAD *et al*. (2001), SOARES-FILHO *et al.* (2001), MUNROE *et al*. (2002), MULLER e ZELLER (2002) e STOLLE *et al*. (2003) e que correlacionam as distâncias da rodovia com o desflorestamento. No entanto, estudos que correlacionam indicadores de acessibilidade com o nível de desflorestamento até o presente momento não foram identificados na literatura.

Diante de todos os fatos expostos, pretende-se contribuir com um estudo que aprofunde a relação infra-estrutura de transporte e desflorestamento. Logo, a presente pesquisa visa responder: Como está relacionada a acessibilidade ao desflorestamento por meio de indicador de acessibilidade? Quais as variáveis que interferem no cálculo da acessibilidade de infraestrutura de transporte na região Amazônica e as que explicam tal processo? Quais as áreas da Amazônia, em particular o sul do Estado do Amazonas, que apresentam maior grau de desmatamento e possíveis interferências da acessibilidade?

1.5 Estrutura da tese

A tese contemplou, além da presente Introdução, os seguintes capítulos:

O **Capítulo 2** (O processo de desflorestamento) apresenta uma revisão sobre os aspectos relacionados ao desflorestamento nas florestas do mundo até chegar à região Amazônica, suas causas e conseqüências; a influência do desenvolvimento e da acessibilidade e quais medidas mitigadoras estão sendo implantadas no controle desse processo. São ainda discutidos os conceitos e definições sobre os principais atributos relacionados às mudanças climáticas com destaque àqueles citados ao protocolo de Kyoto.

O **Capítulo 3** (Acessibilidade) traz uma revisão dos conceitos e indicadores aplicados à acessibilidade, além da análise crítica de diagnósticos da relação oferta/demanda já desenvolvidos para este sistema, com o intuito de detectar como as questões relacionadas à acessibilidade e à mobilidade dos usuários, principalmente como relação as suas características espaciais foram tratadas nestes estudos.

O **Capítulo 4** (Análise Espacial e Sistemas de Informações Geográficas) discute os conceitos de análise de dados espaciais e de SIG, seus níveis de análise e a classificação de suas ferramentas. Em especial são aprofundadas as discussões sobre as técnicas de análise exploratória em áreas, ferramentas que darão suporte às análises a serem implementadas posteriormente. É ainda apresentado o potencial de aplicação

dessas técnicas em ambiente SIG e o uso das mesmas em pesquisas ligadas ao desflorestamento.

O **Capítulo 5** apresenta o procedimento metodológico adotado para realização desta tese.

O **Capítulo 6** (Estudo de Caso) aborda a Caracterização da Área de Estudo e aplicação da metodologia. Ainda nesse capitulo será apresentado o cálculo da acessibilidade versus desflorestamento. Apresentam-se também os resultados em forma de mapas temáticos. Por fim, são investigadas as relações espaciais existentes entre a acessibilidade e as áreas com maior ou menor índice de desflorestamento.

O **Capítulo 7** (Conclusões e Recomendações) finaliza este trabalho de pesquisa de tese, apresentando as principais conclusões sobre a relação entre acessibilidade da infraestrutura de transporte e desflorestamento, e encerra-se com as sugestões para estudos futuros nesta área de pesquisa.

Nos anexos serão apresentados os ofícios solicitando ao IPAAM e ao ITEAM os dados da pesquisa, bem como as bases digitais para confecção do Mapa da Área de Estudo – base de dados da produção IBGE; Escala: 1.2.500.000, Base de Dados Projeto de Desmatamento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (PRODES/INPE e Base de dados do SIPAM, escala de 1:250000.

Já nos apêndices serão incorporadas as planilhas com o cálculo dos indicadores de acessibilidade e desflorestamento, os mapas confecionados com as subáreas, as subáreas classificadas e análise estatística inferecial realizada por meio do programa Minitab, contendo os gráficos e resultados dos testes estatísticos.

CAPITULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Considerações iniciais

Desflorestamento, para LEDEC (1985), é definido como sendo a eliminação parcial ou total da cobertura florestal primitiva da superfície terrestre, resultando tanto de sua conversão para usos não-florestais bem como para práticas de corte que excedam a capacidade de auto-regeneração e crescimento.

Já para sistema PRODES (Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia) (2008), o desflorestamento ou corte raso pode ser definido como sendo a conversão total da floresta com vistas ao aproveitamento agrícola do solo. Considera a exploração de madeira, uma atividade que ocorre antes do desflorestamento sendo muitas vezes uma de suas etapas e que "a retirada seletiva da madeira, apesar de geralmente predatória, não muda a feição de floresta".

Para o INPE (2009), o desflorestamento empregado no sistema DETER usa um conceito de desmatamento mais abrangente do que o do PRODES, incluindo tanto o corte raso quanto as ocorrências de degradação florestal. Define como degradação florestal desde o início da retirada florestal original até a modificação gradual de sua estrutura vegetativa para outras coberturas. Assim, no DETER, "toda alteração da cobertura florestal verificada no período de análise é apontada como área de alerta e passível de fiscalização, sem discriminar o estágio do processo de desmatamento". Logo, o sistema DETER procura identificar os estágios intermediários do processo de desmatamento, conforme pode ser observado na figura 2.1.

Até 2007, aproximadamente 49% das florestas tropicais da América Latina, África, Sudeste da Ásia e Pacífico ainda estão intactas (GREENPAECE, 2007).

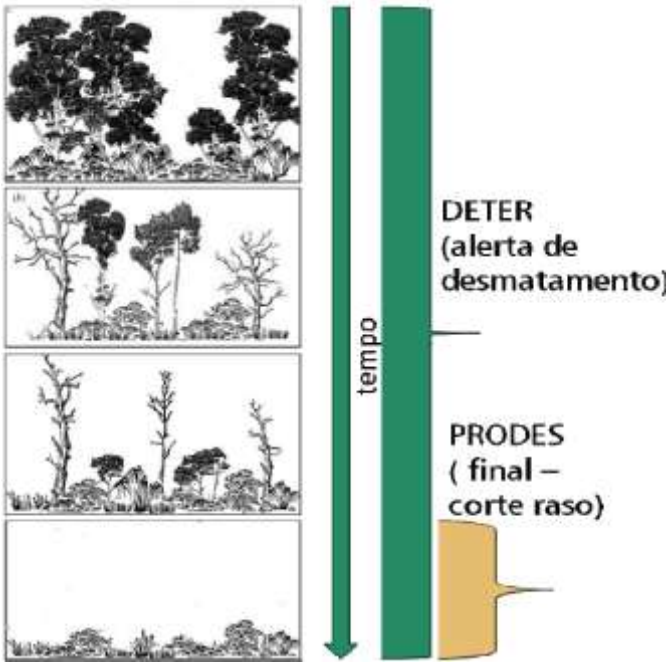


Figura 2.1: Comparação dos sistemas PRODES e DETER quanto ao tempo de detecção e ao processo de desmatamento (INPE, 2008).

Mediante essa redução do percentual de florestas virgens, tais florestas vêm sendo alvo de interesse mundial, impulsionado, principalmente, pelas especulações sobre a redução na extensão de florestas tropicais e sua implicação no ciclo de carbono global. Em decorrência dessas alterações nas paisagens vegetais, estudos da mutação da cobertura vegetal vêm sendo realizados especialmente nas formações florestais da Amazônia brasileira, por constituírem um grande reservatório de carbono, contando com parte do total de biomassa das plantas terrestres.

A conversão da floresta tropical em áreas destinadas à agricultura e pastagem, prática comum na região amazônica, resulta em um fluxo contínuo de carbono para a atmosfera. Segundo IPCC (2007), estas mudanças no uso da terra têm representado 20 % da emissão global de CO_2, colaborando para a concretização do efeito estufa.

MIRANDA (2007) resumiu os principais fatores que promoveram o desflorestamento ao longo do tempo, conforme podem ser a seguir observados.

8000 ANOS ANTES DO PRESENTE

Situação de relativa estabilidade climática;
É a base dos sistemas florestais existentes;
Demografia humana era muito pequena;
Primórdios da agricultura;
Ausência de civilizações e cidades;
Caçadores vivendo em ambientes preferencialmente não florestais.

ANO 1.000

Grandes civilizações agrícolas no Oriente Médio e Mediterrâneo;
Impérios Egípcio, Grego, Persa, Romano e posterior expansão do Islã;
Grande consumo de lenha nas termas de Roma, vindas do norte da África;
Expansão agrícola pela Europa e norte da África com impacto ambiental (desertificação);
Expansão demográfica em toda Europa e Ásia levando ao corte de florestas.

ANO 1.650

Aumento demográfico asiático e europeu;
Expansão da agricultura, invenção do arado aiveca;
Expansão ultramarina e demanda por madeira de construção naval;
Transformação de florestas primárias com o plantio de florestas na Europa;
Início do povoamento mais expressivo das Américas.

ANO 1.850

Independência dos países americanos;
Grandes desmatamentos no leste da América do Norte;
Desmatamento no Brasil em 1830 é menor que 30.000 km^2
Expansão da cana de açúcar na América Central;
Crescimento populacional na Europa, China, Índia, Rússia, Japão e Sudeste Asiático;
Exploração colonial da Oceania e da África;

Início da revolução industrial e dos trens.

ANO 1.950

Expansão das estradas de ferro e rodagem;
Exploração florestal colonial da África e Ásia;
Duas Grandes Guerras e ocupação da Sibéria;
Expansão econômica e migração (araucária) na fachada atlântica brasileira (café, cana e alimentos);
Desmatamento da costa pacífica dos EUA, México, Américas Central e Sul;
Crescimento demográfico exponencial generalizado.

ANO 2.000

Substituição de florestas primárias por reflorestamentos na América do Norte e Europa;
Independência conflitiva de países da África e Ásia;
Queda na demografia dos países ricos;
Revolução verde e forte expansão da agricultura;
Início da expansão agrícola na Amazônia;
Exploração florestal intensa do Sudeste Asiático e da África Equatorial.

Estudos do Greenpeace confirmam que 82 (oitenta e dois) dos 142 (cento e quarenta e dois) países que possuem florestas já perderam toda a cobertura das suas florestas originais.

A maior parte das últimas áreas intactas de florestas no mundo é formada por dois tipos – floresta tropical úmida e floresta boreal, conforme apresentado na Figura 2.2.

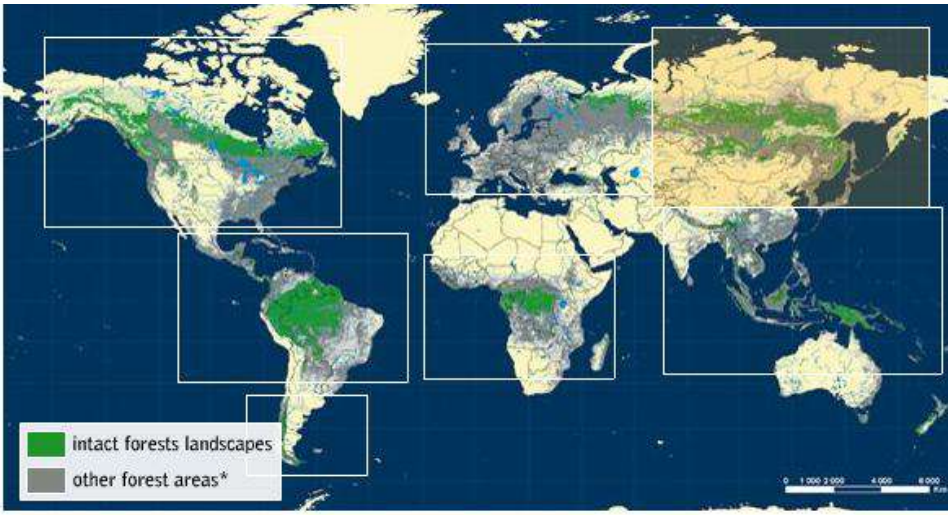


Figura 2.2: Mapa mundi das áreas remanescentes e intactas de floresta GREENPEACE (2007)

Segundo dados do GREENPEACE (2007), as florestas tropicais representam 49%, compreendendo a América Latina, África, Sudeste Asiático e o Pacífico. Enquanto 44% das florestas boreais estão na Rússia, Canadá e Alasca. Apenas 8% das florestas intactas no mundo estão sob proteção integral.

Documentos do GREENPEACE (2007) apontam como ainda áreas intactas de florestas remanescentes no mundo:

- 35% estão na América Latina. A maior parte da floresta amazônica está localizada no Brasil, embora seja considerado o país com o maior índice anual de desmatamento do mundo (17 mil km^2, sendo a Amazônia responsável por 13 mil km^2 desse total);

- 28% estão na América do Norte. A América do Norte destrói 10 mil quilômetros quadrados de florestas antigas a cada ano. Muitas florestas ao sul do Canadá e nos Estados Unidos se encontram fragmentadas e não possuem corredores ecológicos ou ecossistemas funcionais para grandes mamíferos;

- 19% estão no Norte da Ásia. O Norte da Ásia abriga a segunda maior floresta boreal do mundo. O tigre siberiano já caminhou através de grandes áreas de florestas da região, mas hoje só pode ser encontrado em uma pequena área intacta de floresta próxima ao Mar do Japão. Apenas 400 espécimes permanecem em seu habitat natural e um número duas vezes maior pode ser encontrado em zoológicos;

- 7% estão no Sudeste da Ásia e Pacífico. As florestas desta região, conhecida como Florestas do Paraíso, estão sendo destruídas em uma velocidade maior do que qualquer outra floresta no mundo. Grandes áreas intocadas já foram derrubadas, 72% na Indonésia e 60% na Papua Nova Guiné. A Indonésia, segundo país com mais florestas tropicais, é o vice-campeão no ranking da devastação. Entre 1990 e 1995, destruiu uma área maior do que a Dinamarca;

- 8% estão na África. O continente africano perdeu a maior parte de suas áreas intactas de floresta nos últimos 30 anos. A indústria madeireira é responsável por destruir grandes áreas e ainda representa a maior ameaça à integridade das florestas africanas. Menos de 3% estão na Europa. Na Europa, mais de 150 km^2 de floresta são destruídos a cada ano e as últimas regiões de florestas intactas na Rússia Européia estão desaparecendo rapidamente.

2.2. As Florestas no Mundo

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), no mundo mais de 1/3 da área total de floresta são primárias (definidas como espécies nativas), isto é, onde não há sinais visíveis de atividades humanas e os processos ecológicos não sofrem perturbações importantes (FAO, 2006).

A FAO (2006) afirma que as áreas de florestas se converteram em terras agrícolas e essa conversão prossegue em ritmo alarmante. Hoje, são aproximadamente 17 milhões de hectares de floresta devastada anualmente. De 2000 a 2005 calcularam

7,3 milhões de hectares ao ano (área aproximadamente equivalente a Serra Leoa ou Panamá) frente a 8,9 milhões de hectares ao ano período 1990 a 2000.

Outro relatório da FAO, publicado em março de 2007, indica que o desmatamento ocorrido no Brasil entre 2000 e 2005 responde por 42% da perda de áreas florestais no mundo. Nesse período, segundo o relatório, o país perdeu uma média de 31 mil km^2 de florestas a cada ano, incluindo todos os biomas.

Para SILVA (2006), essa prática de derrubada da floresta é uma das mais graves alterações que o ser humano impõe ao ambiente e a si mesmo, resultando assim nas seguintes conseqüências: alteração profunda na circulação da água na atmosfera; exposição do solo à erosão e os rios e lagos ao assoreamento; empobrecimento da paisagem; produção de perdas na biodiversidade (genética, de habitats e de ecossistemas); provocações de alterações climáticas; e simplificação dos ecossistemas (perda da estabilidade).

Nos estudos realizados por GREENPEACE (2007), encontram-se, como as últimas áreas nativas contínuas da Terra, as florestas tropicais e boreais. Estão nessa categoria as três maiores florestas tropicais do planeta, localizadas na Amazônia, Congo e Nova Guiné. Já as boreais são constituídas pela Nevada do Norte da Ásia, no norte do Alasca, Canadá, sul da Groelândia, parte da Noruega, Suécia, Finlândia e Sibéria e Japão.

Rússia, Canadá e Alasca são responsáveis pelos 44% das áreas intactas de florestas remanescentes do tipo boreal. Além das florestas, outras 4 tipologias importantes de bioma ainda existentes são as savanas de Miombo-Mopane, na África do Sul, e de desertos norte-americanos (Mojave, Chihuahuan, Sonora, Baixa Califórnia e Planaltos do Colorado), localizados no norte do México e sudoeste dos Estados Unidos.

Esses cinco biomas merecem atenção especial por apresentarem maior risco ambiental, já que estão localizados nos trópicos, áreas com elevado crescimento populacional e de pobreza.

A seguir são apresentadas as principais características destes biomas e os fatores que estão levando ao desflorestamento dessas áreas.

2.2.1 Florestas tropicais

As florestas tropicais são importantes ao ecossistema global porque são habitat para muitas plantas e animais. Ajudam a estabilizar e manter o clima do mundo. Protegem contra inundações, seca e erosão. São fontes de remédios e alimentos etc. A maior floresta tropical úmida do mundo é a Floresta Amazônica, seguida pelo Congo e Patagônia.

2.2.1.1 Amazônia

Amazônia, segundo o IBGE (2010), é toda a região ocupada pela bacia do rio Amazonas. Por atrevessar vários países, não há um único órgão responsável por ela. Isso acaba gerando dados conflitantes sobre seu tamanho, que vai de 6,5 milhões a 7,5 milhões de km^2. Constituem a Amazônia legal os países: Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. A Amazônia brasileira tem 3,8 milhões de km^2 .

A Amazônia representa dois terços das Florestas Tropicais Úmidas do mundo e funciona como uma imensa reserva de carbono que, se liberado à atmosfera como resultado do desmatamento, contribuirá, consideravelmente, com o aumento da quantidade de dióxido de carbono no ar, acelerando assim o processo de efeito estufa e as mudanças climáticas.

É constituída por floresta que nunca é alagada, em uma planície de 130 a 200 metros de altitude, formada por sedimentos do lago *Belterra*, que ocupou a bacia Amazônica entre 1,8 milhão e 25 mil anos atrás. Ao tempo em que os Andes se

erguiam, os rios escavaram seu leito, o que originaria os três tipos de floresta da Amazônia. As duas últimas formam a Amazônia brasileira: Florestas montanhosas andinas; Florestas de terra firme; e Florestas fluviais alagadas.

A *hiléia amazônica* (como a definiu Humboldt) possui a aparência, vista de cima, de uma camada contínua de copas, situadas a aproximadamente 50 metros do solo (Figura 2.3). Classificada no levantamento realizado pelo estudo que resultou no livro intitulado "Wilderness: Earth's Last Wild Places" como a região mais rica em biodiversidade do planeta, possuindo mais de 40 mil espécies de plantas, das quais 30 mil não podem ser encontradas em nenhum outro lugar do mundo.

Figura 2.3: Floresta Equatorial Amazônica (IMAZON, 2010)

É chamado também de Amazônia o bioma que, no Brasil, ocupa 49,29% do território, sendo o maior bioma terrestre do país constituído pelos seguintes ecossistemas (IBGE, 2010):

Floresta ombrófila densa (a chamada Floresta Amazônica);

Floresta ombrófila aberta;

Floresta estacional decidual e semidecidual;

Campinarana;
Formações pioneiras;
Refúgios montanos;
Savanas amazônicas;
Matas de terra firme;
Matas de várzea;
Matas de igapós.

O IBGE afirma que todos os 3,8 milhões de km^2 da bacia do rio Amazonas são cobertos pela floresta, mas sabe-se que há, na região, outros tipos de vegetação, como cerrado e campos.

Na Amazônia Brasileira, conforme o IBGE (2010), as florestas ombrófilas densas e abertas, de árvores de médio e grande porte, com ocorrência de cipós, bromélias e orquídeas são predominantes nesta região.

As florestas consideradas extra-amazônicas coincidem com as mesmas formações florestais da Mata Atlântica, predominando tanto as florestas estacionais semideciduais e dedicuais. A primeira considera que de 20 a 50 % das árvores perdem as folhas no período seco do ano e a segunda, é aquela que mais de 50% das árvores perdem folhas no período seco.

O IBGE (2010) considera as formações campestres como aquelas constituídas pelas tipologias de vegetação abertas, mapeadas como:

- Savana, correspondente ao Cerrado que predomina no Brasil central, ocorrendo também em pequenas áreas em outras regiões do país, inclusive na Amazônia;

- Savana estépica que inclui a caatinga nordestina, os campos de Roraima, o Pantanal mato-grossense e uma pequena ocorrência no extremo oeste do Rio Grande do Sul;
- Estepe que corresponde aos campos, do planalto e da campanha, do extremo sul do Brasil; e a
- Campinarana, um tipo de vegetação decorrente da falta de nutrientes minerais no solo e que ocorre na Amazônia, na bacia do rio Negro.

2.2.1.2 Patagônia

A segunda maior floresta temperada úmida costeira do mundo vai da Patagônia, na América do Sul, passa pelo sul do Chile, na costa do Pacífico, até a Cordilheira dos Andes, seguindo até a fronteira ao sul da Argentina. Isolada de outras regiões de florestas pelos Andes e pelo Pacífico, a Patagônia tem um aspecto único e diverso de espécies como as faias do Sul, araucárias e os alerces, parentes das sequóias da Califórnia, com mais de mil anos de idade (GREENPEACE, 2007).

A exploração ilegal e destrutiva de madeira e as plantações de árvores provocaram fragmentação e degradação em grande parte dessa floresta, especialmente nas terras baixas da costa e no norte. As áreas intactas de floresta remanescentes se encontram nas montanhas do sul.

Nas florestas da Patagônia vivem a rã de Darwin, a raposa de Chilote e o cervo de Pudú, que costumava percorrer áreas da costa até as montanhas mais altas. Atualmente, ele só pode ser encontrado em regiões remotas de altas altitudes, entre 3,3 mil e 5 mil metros, e poucos milhares de espécies ainda restam. As florestas são também lares para populações indígenas, como os Pehuenche e os Mapuche, que dependem da floresta para manutenção do seu modo de vida.

2.2.1.3 Congo

A segunda maior floresta tropical úmida do mundo fica na bacia do Congo, o coração verde da África. Contêm 9.750 espécies de plantas. Ela vai das florestas úmidas do oeste africano às florestas secas, bosques abertos e ecossistemas de vegetação arbustiva (bush land) no sul.

A bacia do Congo abriga uma imensa variedade de plantas e mamíferos, incluindo espécies de animais de grande porte como os elefantes. Muitas espécies de animais são endêmicas à floresta do Congo, como o pavão do Congo e o okapi. Muitas espécies não foram sequer descobertas. A região também é habitat para três espécies dos grandes primatas: o gorila, o chimpanzé e o bonobo. A alarmante destruição da floresta e da caça clandestina ameaça de extinção todas as espécies de grandes primatas que vivem na região.

Milhões de pessoas dependem das florestas da África Central para sua sobrevivência. Fazendeiros Bantus que promovem agricultura de subsistência, comunidades pesqueiras e pigmeus seminômades dependem das florestas para conseguir abrigo, remédios e comida. As populações tradicionais dessa região têm uma relação muito particular com a floresta para a manutenção do seu modo de vida.

Nos últimos 10 anos, a África tem se esforçado para criar unidades de conservação, mas o manejo da floresta geralmente é pobre ou inexistente. Os esforços para a conservação são frustrados por falta de vontade política, de dinheiro e de pessoal, pela corrupção e, alguns casos, até pela guerra. A África perdeu a maior parte de suas florestas nos últimos 30 anos. A indústria madeireira, com a exploração de marfim, é responsável por destruir grandes áreas intactas de floresta e continua a ser a maior ameaça para essas regiões, além da introdução de novas espécies.

2.2.2 Floresta Boreal

A maior floresta com diversidade em espécies de plantas é a Floresta Boreal, com 16 milhões de km^2, estendendo-se pelo Alasca, Canadá, norte da Europa e Rússia. A

menor, com 10.000 km^2, é Sundarbans, uma floresta de mangue, localizada na fronteira entre a Índia e Bangladesh (FAO, 2007).

O continente americano, segundo o estudo americano, é o que abriga o maior número de regiões naturais, com 16 áreas, três localizadas exclusiva ou parcialmente no Brasil: Floresta Amazônica, Caatinga e Pantanal Mato-grossense. Logo em seguida vêm a África, com oito regiões naturais; a Oceania, com seis; a Europa, com três, e a Ásia, com duas. O Deserto da Arábia e a Antártida também são classificados como Grandes Regiões Naturais.

2.2.2.1 Nevada do Norte da Ásia

A floresta nevada do Norte da Ásia abriga a segunda maior floresta boreal do mundo, principalmente no extremo norte da região. Para o sul e para o leste, a floresta avança para dentro das florestas temperadas. A taiga russa (floresta boreal de coníferas) se desenvolve mesmo em temperaturas de -50^0C. Apesar das condições extremas, um número incontável de fungos, samambaias, liquens e musgos cresce nessa região.

Atravessando milhares de quilômetros, as áreas mudam da tundra, com minúsculos salgueiros e bétulas no extremo norte, para florestas densas de coníferas, frondosas e mistas no sul. Até grandes animais, como o alce, o urso marrom, o lince e o tigre siberiano, que vivem no sudeste, podem encontrar comida suficiente nessas vastas áreas.

O tigre siberiano já viveu em grandes áreas do Norte da Ásia, mas hoje só pode ser encontrado numa pequena região de floresta intacta perto do Mar do Japão. Apenas 400 animais sobrevivem em estado selvagem, e quase o dobro deles em zoológicos.

Assim como em outras regiões florestais, as florestas nevadas do Norte da Ásia abrigam centenas de povos nativos. A diversidade de espécies de plantas e animais é maior nas regiões ao sul, de florestas úmidas, entre o rio Amur e o Mar do Japão, do que nas florestas de lariço ao norte da mesma região. A exploração ilegal e destrutiva de madeira é também maior ao sul do que ao norte, e está aumentando com a expansão do

comércio de madeira da Rússia com China, Japão e Coréia. GREENPEACE (2007) informa que menos de 4% das florestas boreais do Hemisfério Norte estão sob proteção integral.

2.3 Desflorestamento na Amazônia

FERREIRA *et al.* (2005) consideram que o processo dos desflorestamento tem início com a abertura oficial ou clandestina de estradas que permitem a expansão humana e a ocupação de terras, além da exploração madeireira. Posteriormente, converte-se a floresta explorada em agricultura familiar e pastagens para a criação extensiva de gado, especialmente em grandes propriedades. Desde 2000, as pastagens estão dando lugar à agricultura mecanizada, principalmente àquela ligada às culturas de soja e algodão.

De acordo com HUTTL *et al.* (2001) apud RODRIGUES (2004), o desflorestamento ocasionado pela mudança no uso da terra seria aquele que provocaria os efeitos mais severos nas condições climáticas. Essas alterações vêm afetando as florestas tropicais, como secas induzidas pelo El Niño, provocando incêndios florestais na Amazônia e inclusive na Indonésia. Alguns modelos climáticos predizem savanização em grande escala na Amazônia.

Tudo isso faz da maior floresta do planeta, objeto de inúmeros estudos e discussões nacionais e internacionais sobre a avaliação da área desflorestada, como por exemplo, os registros de TARDIN, *et al.* 1980, FEARNSIDE *et al.*, 1990, SHIMABUKURO *et al.*, 1997 e SALAZAR *et al*, 2007.

GREENPEACE (2007) afirma que a Bacia Amazônica, na América Latina, na direção noroeste, se estende até as florestas tropicais e montanhosas da América Central. Na direção sudeste, ela se conecta com a Mata Atlântica e outros biomas, como o Cerrado e o Pantanal. Ao sul, ela chega às florestas montanhosas de Yunga, no lado leste da Cordilheira dos Andes. Abriga um 1/5 quinto de toda a água doce do mundo e aproximadamente metade de todas as espécies terrestres de plantas e animais vivem nesta região.

A Amazônia Legal Brasileira inclui os estados de Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia, Tocantins, e parte do Maranhão (oeste do meridiano W 44^0) e Goiás (norte do paralelo S 13^0), tem uma população com mais de 20 milhões de habitantes (IBGE, 2006), numa área total de mais de 5 milhões de km^2 dos quais mais de 80% estão cobertos pelas florestas tropicais. Portanto, tem importância nacional e internacional nos debates globais sobre sustentabilidade.

O documento publicado por World Wildlife Found (WWF) explica que o aumento de 3° C na temperatura global poderá transformar 40% da floresta amazônica em cerrado. No entanto, esse mesmo documento faz uma ressalva sobre a possibilidade da existência das "incertezas" em relação a essa possibilidade, apesar delas serem confirmadas em outro estudo publicado em 2004. "Ele menciona ainda que outras pesquisas realizadas na mesma época estimaram que o desmatamento e o aquecimento poderiam converter uma faixa ainda maior da Amazônia: 60% se tornariam Cerrado" (WWF, 2006).

O estudo afirma que se o desmatamento da Amazônia não diminuir afetará o clima de outras regiões do Brasil, como por exemplo, o semi-árido nordestino, alterando a caatinga para uma vegetação mais árida e o seu clima mais seco.

Com o aquecimento, a evaporação aumenta e a disponibilidade hídrica diminui. O clima mais quente e seco poderia levar a população a migrar para as grandes cidades da região ou para outras regiões, gerando ondas de 'refugiados ambientais' (WWF, 2006).

2.3.1 Causas do desflorestamento na Amazônia Brasileira

Na década de 60, as atividades de desflorestamento foram intensificadas quando um novo modelo de desenvolvimento foi implantado na região. Esse novo modelo visava interligar a região Norte a região Centro-Sul do país, além de povoá-la. Para isso, foram criados os projetos de colonização. A "construção de estradas foram algumas das estratégias utilizadas para povoar e conectar a Amazônia ao núcleo industrial do Brasil" (BARCELLOS e LIMA, 2002).

No ano de 1966, houve uma aceleração no processo de ocupação regional com a criação do Banco da Amazônia (BASA) e da Superintendência de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) que mais tarde foi renomeada como Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM).

Com a crise mundial do petróleo na década de 70, o Brasil passou a exploração de seus recursos naturais com o intuito de exportá-los. Então, apartir desse momento, a Amazônia se transformou numa grande fronteira de recursos nacional e mundial (BECKER, 2001).

De acordo com BARCELLOS e LIMA (2005), durante o periodo de 1972 a 1974, foi implantado na região amazônica o Plano de Desenvolvimento da Amazônia (PDA), que tinha como objetivo integrar a região por meio da construção da Transamazônica - BR 230; da Cuiabá-Santarém e da construção de outras rodovias de articulação com as demais regiões; uma rede de aeroportos de função estratégica; a instalação e operação de dois sistemas de telecomunicações entre a Amazônia e o resto do País; a cobertura da Amazônia por meio de radiodifusão; e, ainda, com nova infra-estrutura das Forças Armadas na região.

Segundo RODRIGUES (2005), vários estudos tentam explicar as causas históricas e as forças determinantes do desflorestamento nas decadas de 70 e 80 na Amazônia. São diversas e normalmente estão correlacionadas. As variáveis explicativas observadas nestas décadas foram as políticas públicas, em especial os incentivos fiscais a empreendimentos privados na Amazônia, os créditos rurais subsidiados, os programas

oficiais de colonização agrícola e os investimentos em infra-estrutura, os quais atraíram empreendedores e milhares de migrantes em busca de terras para a região etc.

Ainda o mesmo autor relata que na década de 90 os estudos procuravam apresentar a importância das estradas no desflorestamento, em razão deste se concentrar e se expandir a partir dos grandes eixos rodoviários.

De acordo com MARGULIS (2003), não seriam as estradas que levariam ao desflorestamento, mas a viabilidade econômica-financeira da pecuária. Os próprios pecuaristas (e madeireiros) as constroem se houver viabilidade. Para este autor, não há dúvida de que a redução dos custos de transportes propiciada pelos investimentos nos grandes eixos rodoviários tornaram lucrativa a implantação de atividades agropecuárias, antes inviáveis.

RODRIGUES (2005) relata que as rodovias melhoradas encorajam os proprietários de terras a aumentarem a produção e a mudar da agricultura de subsistência para produção comercial.

ALENCAR *et al.* (2004) afirmam que entre as três atividades responsáveis pelo desmatamento na Amazônia - pecuária, agricultura familiar e, recentemente, a agricultura mecanizada - a conversão da floresta em pastagens tem sido a principal causa do desmatamento, além de ser uma das principais formas de "desmatamento ilegal", especialmente quando usada de forma especulativa. Entre elas, a que predomina e a conversão de florestas em pastagens (MARGULIS, 2003).

Para HELMUT e LAMBIN (2002) apud FILHO *et al.* (2007), o acesso, a infra-estrutura, o clima, o relevo e aptidão do solo, bem como os fatores socioeconômicos, demográficos, políticos e culturais são fatores que contribuem significativamente na modificação das áreas de floresta para instalação de empreendimentos agropecuários.

Segundo INPE (2008), a principal causa identificada do desflorestamento na região Amazônica está na transformação da floresta para produção de pastagens e

lavouras temporárias. Entretanto, outros pesquisadores consideram que há outros fatores condicionantes no processo de desmatamento, sendo comum a combinação de alguns deles, tais como: crescimento populacional, necessidade de terra, desigualdades sociais, política fundiária e regime de direito de propriedade, políticas governamentais, tecnologia inadequada, relações de comércio internacional, corrupção no setor florestal, entre outros.

Com base nos dados de desflorestamento fornecidos pelo INPE (imagens de satélites classificadas e disponibilizadas em formato digital pelo INPE PRODES para o período de 1988 a 2009), a taxa de desmatamento por estado da Amazônia ocorre conforme figura 2.4, apontando o estado do Mato Grosso como o primeiro colocado no ranking do desmatamento, seguido dos estados do Pará e Rondônia.

Os dados confirmam que o desflorestamento ocorre numa faixa denominada "arco de desflorestamento" que compreende vários tipos de vegetação e de solo e varia entre 200 e 600 km de largura, conforme sua localização. Este arco começa no Nordeste do Estado do Pará, seguindo em direção ao Sul, passando ao Noroeste dos Estados do Maranhão e Tocantins, seguindo pelo Nordeste do Estado do Mato Grosso e prosseguindo pelo Norte desse Estado em direção a Rondônia, atravessando-o completamente no sentido Leste-Oeste até atingir o Estado do Acre.

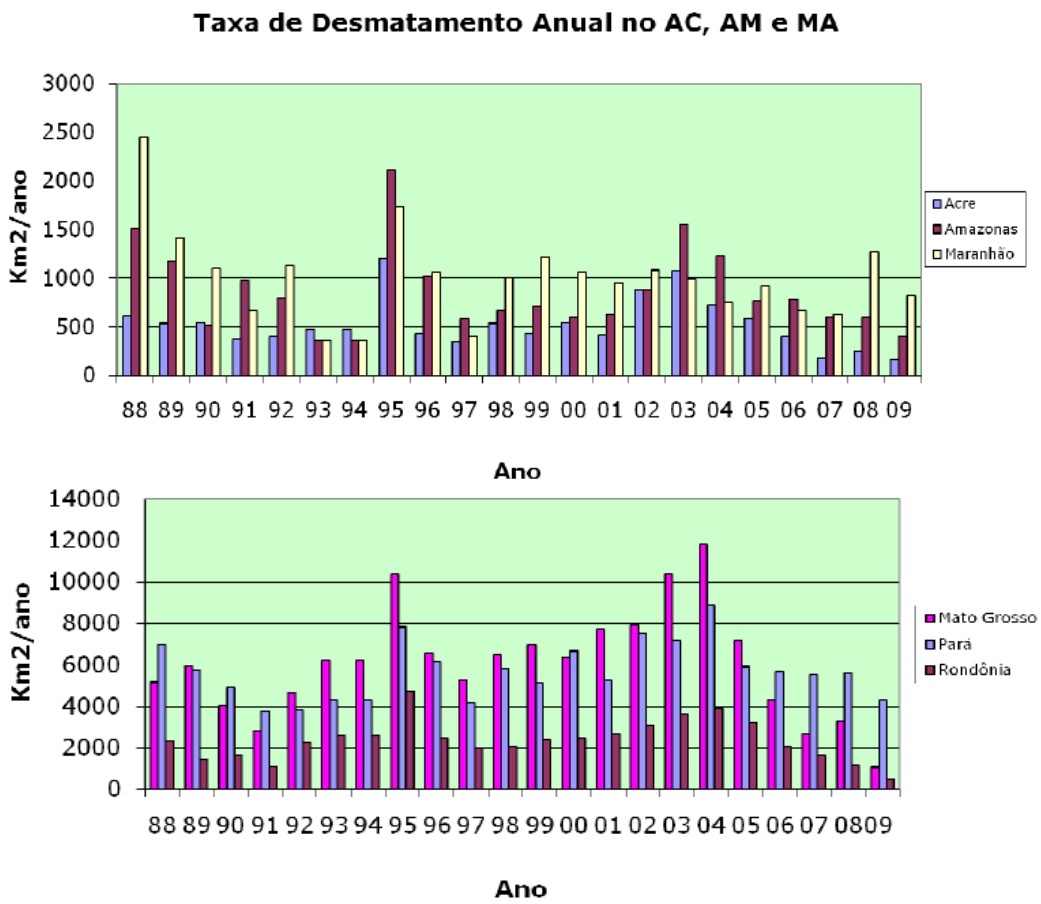


Figura 2.4: Taxa de desmatamento do Brasil para o período de 1988 a 2009 (PRODES , 2009)

Estudos comprovam que no período de 94-96 os Estados de Mato Grosso e Pará contribuíram com mais de 60% de todo o desflorestamento da Amazônia, seguidos por Rondônia e Amazonas com 20% do total.

Atualmente, o INPE fornece a série histórica da extensão e da taxa de desflorestamento bruto da Amazônia mais atualizada e em tempo real, o que permite explorar as origens do desflorestamento e oferecer indicadores para orientar as diversas políticas públicas na região. Além disso, consegue disponibilizar as distribuições dessa taxa por classes de tipologia florestal e por tamanho de área desflorestada.

Conforme NOBRE (2008), informações de satélites brasileiros mostram aumento no número de incêndios e desflorestamento na região. Imagens de satélite da NASA indicam que muitas das queimadas de 2006 estavam concetradas em volta de duas grandes estradas da Amazônia: A rodovia Transamazônica no estado do Amazonas, e a porção não pavimentada da BR-163 no estado do Pará.

A retirada da cobertura florestal implicará no empobrecimento da floresta eliminando a possibilidade de usos sustentáveis e conseguentemente a perda de biodiversidade e outros serviços ambientais, resultando no aumento da flamabilidade de suas paisagens (NEPSTAD *et al*., 1999) e extensiva savanização (NOBRE *et al*., 1996); além da emissão de gases que contribuem para o efeito estufa; o aumento da erosão; o comprometimento dos cursos d'água e alterações no clima e consequentemente no regime de chuvas.

Estudo de HOUGHTON *et al.* (2000) também apontam que alterações climáticas são decorrentes das emissões de CO_2, e que no Brasil essas emissões correspondem a 75%, resultando na diminuição de chuvas no sudeste brasileiro (FEARNSIDE, 2003) e o agravamento da seca na região Norte do pais (ACRITICA, 2010).

SOARES-FILHO *et al.* (2005) desenvolveram um modelo de simulação espacial de desmatamento na bacia Amazônica, sensível a diferentes cenários de políticas públicas frente à expansão da infraestrutura de transporte na região. O modelo em questão estuda o efeito da pavimentação de rodovias na futura trajetória do desmatamento (Figura 2.5).

O modelo de simulação foi realizado para oito cenários, em passos anuais, por um intervalo de tempo de cinqüenta anos a partir de 2001. Os resultados do modelo demostram que as projeções de desmatamento para os cenários extremos até o ano de 2050 mostram trajetórias distintas, chegando a demonstrar que o leste e o sudeste amazônico serão as áreas mais atingidas.

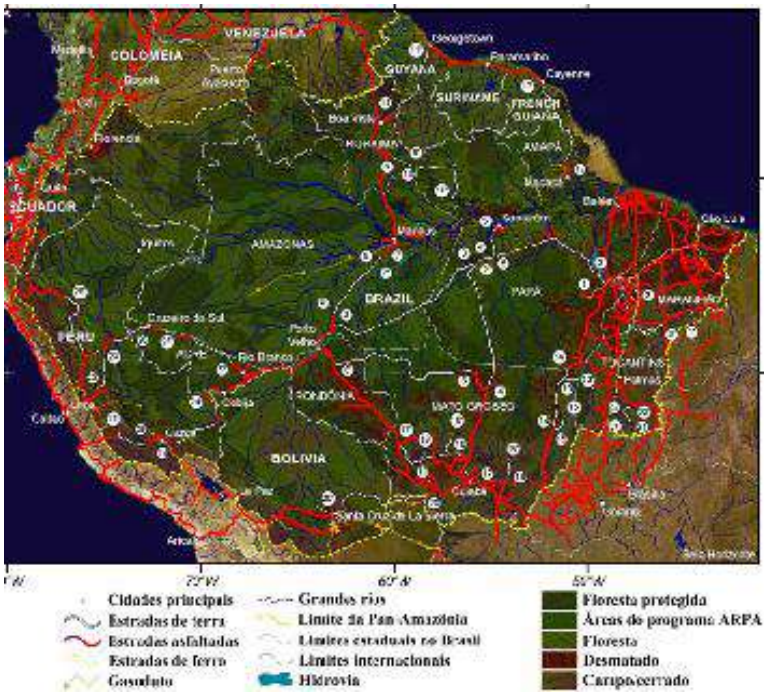


Figura 2.5: Bacia Amazônica, principais cidades, estradas pavimentadas e de terra e áreas protegidas atuais e planejadas (SOARES-FILHO *et al.* 2005)

Em regiões, como o leste do Pará e o Mato Grosso, grandes extensões de florestas fora das áreas protegidas praticamente desaparecerão; mesmo unidades de conservação próximas às principais rodovias serão afetadas em grande extensão. O estudo afirma que essas novas estradas asfaltadas exercerão um efeito no desmatamento, não só aumentando as suas taxas regionais, mas também iniciando novas fronteiras de ocupação (Figura 2.6).

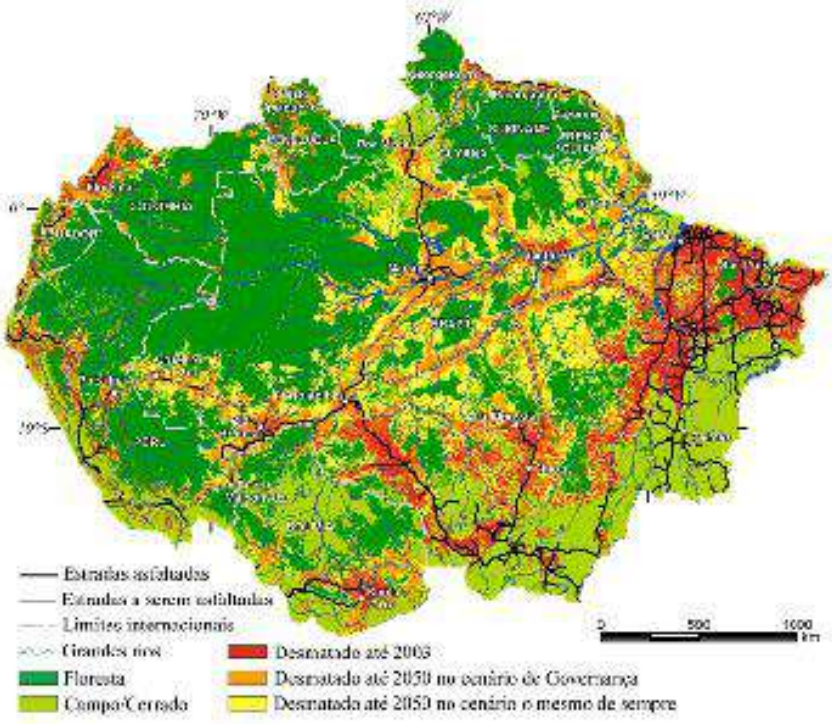


Figura 2.6: Padrões espaciais de desmatamento simulados para os dois cenários extremos: governança x "o mesmo de sempre" (SOARES-FILHO *et al.*, 2005).

2.3.1.1 Pastagens

As estatísticas indicam um crescimento da área usada para expansão significativa do rebanho bovino nos últimos anos. As maiores expansões têm se concentrado nos Estados de Mato Grosso, Pará, Rondônia e Tocantins. De 1990 a 2006, o rebanho bovino cresceu a uma taxa de 6,74% ao ano, na região, enquanto no resto do Brasil o crescimento médio do rebanho foi de 0,57% ao ano. Com essas taxas, segundo os dados da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE, o rebanho cresceu de 26 milhões de cabeças em 1990 para 73,7 milhões em 2006, mais de 180% em 16 anos (RIVERO *et al.*, 2009).

Este estado detém aproximadamente 34% do desflorestamento acumulado na Amazônia em 2000, a maior parte utilizada como pastagens, e produz apenas 15,2 % da produção de carnes na Amazônia. Enquanto isto, Mato Grosso, que detém uma área menor (24,5% do desflorestamento acumulado em 2000), produziu 43,3 % da produção de carnes na Amazônia. Rondônia, que detém apenas 9,9% do desflorestamento

acumulado na Amazônia em 2000, produziu quase a mesma quantidade de carne que o estado do Pará: 11,6% da produção em 2000.

Relacionando-se os dados de desflorestamento acumulado na década de 90 e os de efetivo de bovinos, observa-se uma correlação alta (Pará, índice de correlação 0,85; Rondônia, 0,97; e Mato Grosso, 0,99). Entretanto, se as taxas anuais de crescimento de bovinos são comparadas às taxas anuais de desflorestamento, as relações mostram-se de média a alta para o Mato Grosso (MT = 0,76) e negativas (PA= -0,37; RO= - 0,05). A explicação para isto é que enquanto a longo prazo o efetivo de bovinos é estável (e por isso as relações entre desflorestamento acumulado e efetivo de animais são altas), a curto prazo, apesar das taxas de desflorestamento serem constantes, as variações anuais do número de bovinos são muito bruscas (picos). De acordo com LIMA (1997), a oferta de bovinos é relativamente inelástica, enquanto a demanda por bovinos é relativamente elástica.

MACIEL (2008), na sua tese de doutorado, estudou a viabilidade da implantação e operação de estradas vicinais no amazonas, utilizando como método de análise de viabilidade os sistemas dinâmicos, gerando fluxos dinâmicos para cada vicinal pesquisada. Analisou também a influência dessas estradas na cadeia produtiva local e contribuição para acessibilidade dos municípios envolvidos e sua relação com a capital do estado. A autora considera que a principal função das vicinais é a acessibilidade gerada para as famílias assentadas nessas comunidades.

Por meio dessa pesquisa exploratória, percebe-se que as estradas vicinais são meios de transportes que podem dispor de aspectos positivos superiores aos efeitos ambientais negativos, cooperando para rede de transportes existente no Amazonas e proporcionando acessibilidade, benfeitorias sociais e oportunidades econômicas.

RIVERO *et al.* (2009) realizaram um estudo das relações entre arroz, milho e soja com o desmatamento na Amazônia. Concluiu por meio de regressão simples de mínimos quadrados ordinários que a principal variável explicativa do desmatamento é a

pecuária, com 54% de variação, ou seja, a pecuária bovina, então, é, individualmente, a principal causa imediata do desmatamento da Amazônia.

Para OLIVEIRA *et al.* (2008), o deflorestamento na Amazônia possui dois condicionantes referentes as unidades produtivas: interno e o externo (Figura 2.7). Os fatores externos se destacam pelas políticas públicas como a de assentamento de agricultores na Amazônia e os subsídios para o estabelecimento de grandes propriedades na região. Os fatores internos estão relacionados à decisão do produtor sobre o que, como e quanto produzir e entre eles se destacam acesso a mercados, solos e valor da floresta.

Estudos de OLIVEIRA *et al.* (2008) e RIVERO *et al.* (2009) concluiram que a pecuária é a principal força motora do desmatamento em Rondônia. O plantio de culturas anuais e perenes constitui a primeira atividade produtiva após o desmatamento, seguido do estabelecimento de pastagens.

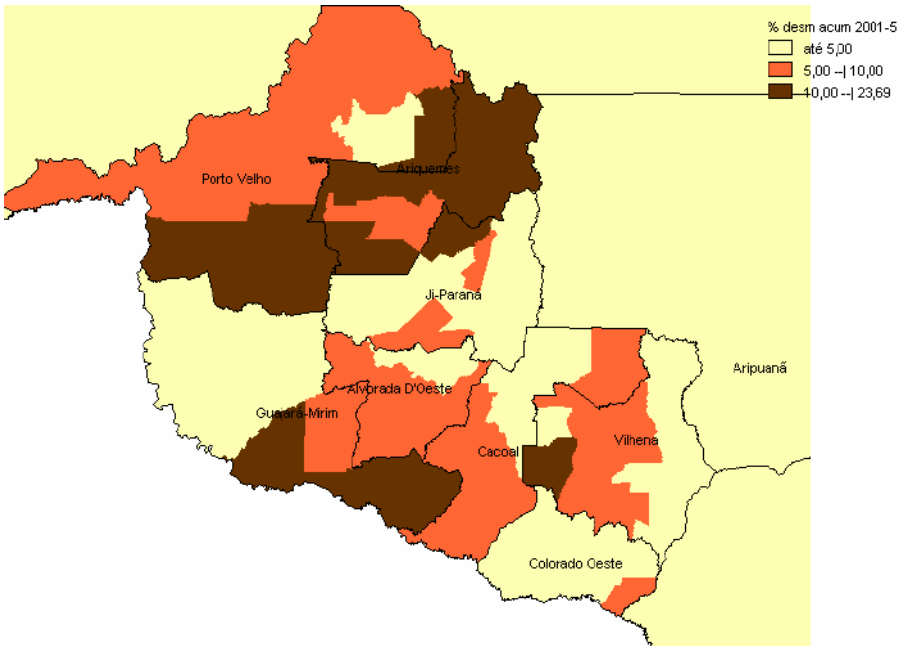


Figura 2.7: Área desmatada no estado de Rondônia acumulada entre 2001 e 2005, expressa em percentual da área municipal. Em destaque a divisão microrregional do estado (OLIVEIRA *et a.l*, 2008).

O efetivo do rebanho bovino se encontra presente em todas as regiões antropizadas do estado de Rondônia, mas se concentram no centro do estado de Rondônia, principalmente nas microrregiões de Ariquemes, Ji-Paraná e Cacoal, onde há municípios com densidade acima de 100 cabeças/km^2 de área municipal. O desmatamento avança em regiões de colonização agrícola mais recente. As microrregiões de Porto Velho e Ariquemes, no norte do estado, e Guajará-Mirim, se destacam.

Para FÉRES (2008), os fatores responsáveis pelo aumento da expansão pecuária na Amazônia são decorrentes da alta viabilidade técnica e econômica oriundas dos baixos preços da terra (tabela 2.1) e do alto desempenho das pastagens/condições geo-ecológicas favoráveis. Verifica-se que as terras da região Norte possuem os valores mais baixos por hectares, com valor médio de R$ 739,11 (setecentos e trinta e noves reais e onze centavos). Enquanto o centro-oeste tem valor médio R$ 2246,94 (dois mil duzentos e quarenta e seis reais e noventa e quatro centavos). Ou seja, preço do hectare de terreno nessa região é 304% mais elevado do que na região Norte. O que faz os novos investidores buscarem o sul do estado do Amazonas.

Tabela 2.1: Preço das vendas de terras para pastagens por hectares nas regiões brasileiras

R$/Ha*

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Brasil	1.543,60	1.768,96	1.932,44	2.236,51	2.480,82	2.681,35	2.710,70
Região Norte	723,68	776,92	766,45	682,51	720,29	727,72	767,17
Região Nordeste	727,85	770,50	744,94	746,09	756,69	811,12	967,99
Região Sudeste	2.590,73	2.820,34	2.824,07	3.282,16	3.467,33	3.875,53	4.268,87
Região sul	2.586,77	2.828,49	3.086,35	3.844,25	4.291,21	4.380,75	4.473,38
Região Centro-oeste	1.425,88	1.768,14	1.960,17	2.273,89	2.665,05	2.784,15	2.851,30

Fonte: VASQUES (2008) apud FÉRES (2008)

2.3.1.2 Agricultura

A partir do final da década de setenta, ocorreu no Brasil uma intensa movimentação de produtores de grãos, outrora estabelecidos nas Regiões Sul e Sudeste,

rumo às áreas de cerrado. Tais áreas envolvem uma extensão territorial da ordem de 2,1 milhões de km^2, na sua maior parte estabelecida na Região Centro-Oeste. Estima-se que existam cerca de 80 milhões de hectares aptos a serem explorados com culturas agrícolas nos cerrados, embora pesquisadores da EMBRAPA considerem que somente 20 milhões possam ser usados com métodos tradicionais em função de impactos gerados sobre o ecossistema.

Em 2008, a agroindústria brasileira cresceu 1,8%, ritmo inferior ao assinalado em 2007 (5,0%) e abaixo do registrado pela média da indústria nacional no ano (3,1%).

Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX/MDIC), em 2008, o volume exportado dos principais produtos da agroindústria apresentou as seguintes variações: pedaços e miudezas de aves (4,9%), carne de aves não cortados em pedaços (14,5%), álcool (47,2%), açúcar (9,5%) e celulose (8,6%). Por outro lado, houve resultados negativos em carnes de bovinos congeladas (-16,1%), carnes de suínos congeladas (-13,4%), fumo (-7,6%) e suco de laranja congelado (-20,2%). No complexo da soja, a exportação de grãos (3,3%) e de óleo de soja em bruto (2,9%) cresceram, enquanto a de bagaços e outros resíduos da extração do óleo de soja (-1,5%) recuaram.

O setor de produtos industriais derivados da agricultura avançou 0,6%, com resultados positivos em cinco dos oito subsetores pesquisados. O desempenho positivo dos derivados da soja (2,6%) deve-se ao crescimento da safra e ao aumento dos preços, em razão tanto da maior demanda externa quanto da interna, pois esta oleaginosa, além de ser insumo para a fabricação de rações e óleo comestível, vem sendo utilizada para a produção de biodiesel.

A agricultura familiar, por sua vez, também é responsável por uma fatia significativa do desflorestamento anual. Essa atividade, contudo, traz maiores benefícios para a sociedade na forma de empregos e produção alimentar. No entanto, a precariedade da infraestrutura (especialmente da malha rodoviária) e a implantação de assentamentos em áreas pouco adequadas para a agricultura familiar, têm contribuído

para as relativamente altas taxas de rotatividade de propriedades e o baixo retorno em termos dos objetivos sociais e econômicos da colonização.

2.3.1.2.1 Grãos

A soja é uma leguminosa empregada em diversos produtos processados nas indústrias alimenticias, de cosméticos, farmaceuticas, indústrias de ácidos graxos e como ração animal. A palavra provém do japonês Shoyu, mas a sua origem é Chinesa.

A soja é um grão tal como o feijão, lentilha, ervilha. Esta leguminosa é considerada um super alimento por conter excelente fonte de proteína e aminoácidos essenciais ao corpo. Outro componente, a lecitina de soja, é útil na indústria química como matéria-prima para fabricação de tintas e inseticidas, e na indústria farmacêutica, na fabricação de anticoncepcionais (DOMINGUES, 2010).

O complexo soja é formado pelo grão-farelo-óleo, constitui-se numa das mais importantes *commodities* nacionais. De acordo com os dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2005), a participação do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro vem se destacando, sendo que, em 2004, a sua participação em relação ao PIB do país chegou a 30%.. Outros produtos derivados da soja incluem farinha, sabão, cosméticos, resinas, solventes e agora como alternativa para produção de biocombustíveis.

Apesar de adição de biodiesel ao combustível comum, praticada no país desde janeiro de 2008, ajudou o Brasil a reduzir sua dependência do diesel mineral importado, porém não conseguiu cumprir uma de suas principais metas: diversificar a matriz energética nacional para a produção de combustível limpo (DOMINGUES, 2010).

Assim como no mercado interno, a soja também vem se destacando na captação de divisas no mercado internacional. Os principais produtores mundiais de soja são os Estados Unidos, Brasil, Argentina e China, que juntos produzem aproximadamente 90% da soja do mundo.

Segundo as previsões oficiais, a produção da safra colhida em 2008 foi entorno de 59,2 milhões de toneladas. Em 2004, eram 23 milhões de ha para toda a plantação, ampliando sua área para cerca de dois milhões de ha em 2005.

De toda forma, a crescente demanda pela soja nos tradicionais países e regiões importadoras, como União Européia, Japão, Coréia e China, levará a uma forte expansão no mercado global do grão e de seus subprodutos. A América do Sul – e particularmente o Brasil e a Argentina – será a grande área de expansão da produção. A FAO prevê que nos próximos anos o Brasil consolidará sua posição de maior exportador mundial de soja.

A produção dos grãos de soja nos últimos anos avançou em todo o país, acompanhando a tendência mundial de crescimento da demanda e da oferta de sojas. Expandiu-se nas regiões Sul e Suldeste, centro-oeste e cerrados nordestinos e Amazônicos, mais recentemente (LIMA, 2008). Essa demanda colocou o Brasil em segundo lugar no ranking dos maiores exportadores de grãos de soja desde 2003.

Com o apoio da produção do trigo, a soja incrementou a aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, a modernização do sistema de transportes, a expansão da fronteira agrícola, o incremento do comércio internacional e a aceleração da urbanização do país (DOMINGUES, 2010).

Nos anos 70 e 80, a fronteira agrícola brasileira desloca-se para o centro-oeste, propiciando rápidas modificações nessa região. Já no final da década de 90, chegam as áreas de transição cerrado-floresta, cerrados e campos naturais da Amazônia o cultivo de soja. Segundo LIMA (2008), essa expansão deve-se ao acordo da realização dos plantios apenas em áreas dos cerrados já desmatadas por pastagens degradadas. Não permitindo o plantio em áreas de florestas primitivas (de cerrado ou florestas).

Conforme LIMA (2008), a produção de soja no Amazonas teve incentivo pelo Programa Terceiro Ciclo de Desenvolvimento (PTCD) e está concentrada no sul do Estado. Os primeiros plantios ocorreram nas áreas de campos naturais, área de fronteira

como centro-oeste, dentro de uma faixa de 800 mil hectares pertencentes aos municípios de Humaitá, Lábrea, Canutama e Manicoré. “Em 2000 a produção dos grãos no Amazonas aumentou de 1036 hectares para 1408 hectares. A safra 2004/2005 exigiu 2,11 hectares de terras para produção e 5,4 mil toneladas de grãos (CONAB, 2005, p.11)”.

O PTCD teve no sul amazonense seu foco principal de ações de incentivo, concentrando na sub-região do Madeira, 61% dos investimentos financiados para custeio e implementos, infraestrutura, máquinas e equipamentos, obras viárias e plantas industriais. As duas outras sub-regiões Purus e Juruá ficaram com 23% e 16% do montante investido no primeiro ano de funcionamento do Programa (1995).

A partir de um planejamento territorial diferenciado, o estado do Amazonas foi dividido em 05 sub-regiões: Juruá, Purus, Madeira, Careiro e Itacoatiara. Para cada sub-região elaborou-se um projeto que consistia em criar condições de ampliar e diversificar a produção de alimentos visando suprir as deficiências alimentares familiares e do mercado regional. “O planejamento tinha como eixo norteador a constituição de “pólos regionais”, inspirados na concepção de “pólos de desenvolvimento” de Perroux (1975)”.

Os projetos estavam voltados para o incentivo à cultura de grãos (arroz, milho, soja), mandioca, fruticultura (cupuaçu, pupunha, banana), criações (bovinos), abatedouros/frigoríficos e agroindústria de lacticínio. Foram considerados beneficiários do Programa os produtores rurais, microempresários ligados ao setor agroindustrial, empresariado local e regional, cooperativas, sindicatos e pescadores (LIMA, 2008).

Por meio do PTCD, três principais pólos agrícolas foram implantados no Amazonas: o de cultura de hortaliças localizado nos arredores de Manaus e na região de Iranduba; o da cultura de grãos (arroz, milho e soja) na calha do rio Madeira (sul e sudoeste amazonense), destaque para município de Humaitá; e o pólo de fruticultura localizado em Manacapuru e Rio Preto da Eva. Além desses, implantou-se o Pólo de Itacoatiara, o Terminal Portuário destinado à exportação de soja e a possibilidade do

desenvolvimento de um plano agrícola de produção intensiva integrada à produção de proteínas animais, esse não concretizado.

Para o Greenpeace Brasil (2004), a indústria da soja surgiu como um novo ator nas fronteiras de destruição da floresta. Ainda, identificou quatro multinacionais na área: Archer Daniels Midland (ADM), Bunge, Dreyfus e Cargill. Essas empresas formam quase um monopólio na prensagem de soja na Europa, fornecendo matéria-prima para a indústria de ração animal. "Elas estão agindo no setor no fornecimento de quase toda a cadeia produtiva, desde sementes e agrotóxicos à construção de infra-estrutura, como portos e armazéns, sem favorecer o desenvolvimento regional. Juntas, financiam cerca de 60% da produção de soja brasileira" (DOMINGUES, 2010).

Grupos brasileiros, como o Grupo André Maggi, também são novos e fortes atores no setor. Como governador de Mato Grosso, Blairo Maggi, líder do Grupo André Maggi, que estabeleceu a meta de duplicar a produção agrícola do estado em dez anos. Outros atores financeiros internacionais também têm importante papel no financiamento da plantação.

Essas empresas de commodities fazem lobby junto aos estados em prol da expansão da infraestrutura ao longo dos rios, argumentando que isso aumentaria a competitividade dos fazendeiros no mercado global. No entanto, essa situação aumenta o confronto entre fazendeiros brasileiros e americanos, acabando numa corrida onerosa para maximizar a produção, provocando práticas que essencialmente degradarão seus solos e lançarão às favas os investimentos de longo prazo (DOMINGUES, 2010, p.9).

A pressão da expansão do cultivo de grãos no sul dos municípios deve-se ao avanço da fronteira agrícola dos estados do Mato Grosso e Rondônia em direção ao Amazonas ao logo das rodovias BR 319, BR 230 e BR 174 e pelas facilidades do transporte dessa carga pelo rio Madeira até o porto de Itacoatiara.

LIMA (2008) considera que na região Nordeste e Norte, Amazônia brasileira, a soja vem se expandindo rapidamente por conta dos incentivos fiscais governamentais,

dos baixos preços de terras, dos investimentos em infraestrutura de transporte, das iniciativas privadas dos grupos Maggi e Cargill e da política agrícola compensatória dos custos relacionados ao uso dos insumos e custos com logística de transportes.

Para o SIPAM (2004), as taxas de desflorestamento aumentaram 16% saltando de 6.926 m^2 para 8.238 m^2. Tal aumento estaria associado ao avanço da fronteira agropecuária sobre vegetação primária e de campos naturais da floresta Amazônica.

A produção de soja na Amazônia era diminuta na década de 80 e começo da década de 90, em parte devido à falta de variedades de soja adaptadas ao solo e clima amazônicos, e à inadequação da infraestrutura de armazenamento e processamento dos grãos. Esse baixo desempenho da criação de gado e da agricultura reforçou alegações precoces de que a agricultura permanente e a criação de animais eram simplesmente inviáveis na Amazônia.

A partir do final dos anos 90, a soja atingiu as áreas da Amazônia, incentivada principalmente pelos governos estaduais que promoveram programas de incentivos para o seu desenvolvimento e graças ao papel da pesquisa no desenvolvimento de variedades de cultivares adaptadas às condições regionais.

O crescimento da demanda por soja, combinado ao baixo custo das terras e à melhoria na infraestrutura de transporte no sudeste da região Amazônica, estimularam grandes companhias de soja a investir em estocagem e processamento na região (VERA DIAZ *et al.*, in press).

Como resultado, a produção de soja na região amazônica de floresta densa (i.e., excluindo-se a região de savana) cresceu 15% ao ano de 1999 a 2004 (IBGE-PAM 2005). Os principais locais de destino da soja produzida na Amazônia legal são a Europa e a China.

Dentre os investimentos privados na região que estimularam a expansão da soja inclui-se o desenvolvimento de um pequeno sistema de navegação associado a um porto de águas profundas em Itacoatiara, na Amazônia central, para o transporte da soja ao longo do Rio Madeira (MAGGI, 2006). A Cargill concluiu um segundo porto para águas profundas em Santarém, bem mais a leste, e ao longo do Rio Amazonas (FEARNSIDE, 2001; NEPSTAD *et al*. 2002). A implantação de ambos os portos criou grandes incentivos para a pavimentação das rodovias federais existentes, que as conectaria as áreas de produção de soja no sudeste da Amazônia e no Cerrado, e promoveu a produção de soja em suas imediações (NEPSTAD *et al*. 2002; VERA DIAZ *et al*. in press). A pavimentação de rodovias estimulou o desmatamento através do aumento ao acesso a vastas áreas de terras devolutas – ou quase devolutas – ao longo do perímetro das rodovias (NEPSTAD *et al.* 2000, 2001; SOARES-FILHO *et al*. 2004).

Os primeiros plantios mecanizados no Amazonas floresceram em "campos naturais" - espécie de cerrado - que formam uma área de 800 mil hectares na região de Humaitá. Embora ainda com safra pouco expressiva, de apenas 30 mil toneladas, a região desponta como campeã de produtividade, que supera a das lavouras de melhor nível técnico de outras regiões do Brasil. O rendimento médio das lavouras de municípios como Humaitá, Lábrea, Manicoré e Apuí, todos no Estado do Amazonas, na área de influência do Rio Madeira, oscila entre 45 e 60 sacas por hectares no ano de 2006.

MORAES (2006) afirmou que dentro de 15 anos, o Amazonas poderá produzir até 500 mil toneladas por ano do grão. Embora, atualmente, a produção amazonense seja insignificante, porém tem uma vantagem adicional porque suas lavouras são próximas ao porto de Itacoatiara.

LIMA (2008), em sua tese, conseguiu identificar os fatores determinantes de expansão da soja no sul do Estado do Amazonas, bem como estudou e caracterizou o arranjo político-institucional responsável pelas transformações socioespaciais e ambientais que tal área vem sofrendo. Dentre suas inúmeras conclusões, destaca-se:

> As políticas públicas governamentais, estadual e federal, dinamizaram a fronteira agropecuária no sul do Amazonas. O incentivo ao cultivo de grãos (arroz e soja) e a expansão da pecuária, em combinação ou não, com a exploração madeireira e a implantação e/ou reativação da infra-estrutura (sic) de transporte foram os principais fatores que colaboram para esse fim.

Afirma ainda que tanto a demanda da soja e da carne assim como seus elevados preços foram um dos fatores responsáveis pela expansão da fronteira agropecuária em toda América sojicultora, principalmente na Amazônia Legal. A disponibilidade de terras no Amazonas permitiu uma progressiva redução de custo de produção nas áreas dos campos naturais e nas áreas de predominio de formações florestais dando com isso condições de incorporação das mesmas no sistema de pastagem, na produção agrícola, assim como na exploração madereira.

Zonas de Expansão do desflorestamento

LIMA (2008) constatou que o desmatamento no sul do Amazonas não se distribui de forma regular ou sobre o mesmo ambiente natural.

> Ele se distribui respectivamente: i) de acordo com a calha dos principais rios que atravessam essa porção territorial; ii) ao longo dos eixos viários; ii) diferenciando-se de acordo com as formações vegetais. A distribuição territorial do desflorestamento se evidencia ao longo da calha dos principais rios que atravessam o sul amazonense. Verifica-se no curso superior dos rios Juruá, Envira, Tarauacá, Purus e Iquiri que as taxas de desflorestamento variaram entre 10% e 15% em 2006. O desflorestamento concentrou-se nos limites entre os municípios de Guajará, Envira, Boca do Acre e em Lábrea com o Estado do Acre.

Ainda segundo LIMA (2008), o rio Madeira apresenta taxas de desflorestamento variando entre 5% e 10%. Nele, o desflorestamento ocorre ao sul dos municípios de Canutama, Humaitá e Labrea nos limites com o estado de Rondônia. Comenta que este processo é influenciado pela expansão da fronteira agropecuária e madeireira e também pela presença dos eixos rodoviários da BR-319, BR- 364 e BR-317, conforme pode ser observado na figura 2.8.

Figura 2.8: Imagem de satélite do município de Lábrea (AM), Humaitá, trechos da BR-230 e 319 (GoogleEarth, 2010).

Estudos do SDS (2008) apontam projeções (figura 2.9) pessimistas para áreas de expansão do desflorestamento no sul e leste do Amazonas.

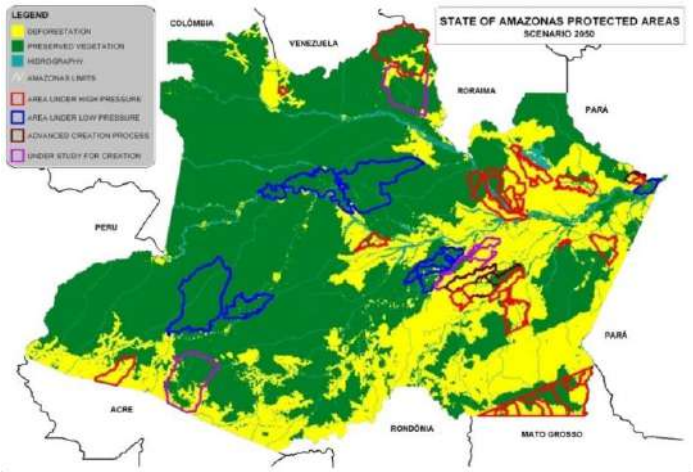


Figura 2.9: Cenário futuro do padrão de desflorestamento para o Estado do Amazonas SDS(2010).

Observa-se neste mapa que as grandes manchas de expansão do desflorestamento, a oeste do mapa, se situam nas proximidades da hidrovia; a mancha assinalada em torno de Porto-Velho estaria também na faixa de influência direta da hidrovia. Assim como em Itacoatiara, na direção de Santarém no Pará.

2.3.1.3 Atividades de Mineração

Na década de 70, com a crise mundial de petróleo, o Brasil se voltou para a exploração de seus recursos naturais, com a exportação desses recursos. A Amazônia passou a ser vista com uma grande fonte de recursos nacional e mundial (BECKER, 2001).

Conforme BARCELLOS e LIMA (2000), um dos primeiros planos a ser implantado na região amazônica foi o Plano de Desenvolvimento da Amazônia (PDA), com início no ano de 1972 e fim no ano 1974. O PDA tinha como principal meta integrar a região as demais regiões do país por meio: da construção da Transamazônica, da Cuiabá-Santarém e de outras rodovias; da construção de uma rede de aeroportos com função estratégica; a instalação e operação de dois sistemas de telecomunicações entre a Amazônia e o resto do País; a implantação da radiodifusão na Amazônia; e, ainda, com nova infra-estrutura das Forças Armadas na região.

A mineração apresentava-se como alternativa viável para o desenvolvimento da região Amazônica. Destacavam-se o Projeto Minério de Ferro Carajás pela Companhia Vale do Rio Doce, e o Projeto Trombetas, que consistia na mineração e exportação de bauxita metalúrgica, ambos localizados no estado do Pará. Os minerios mais explorados nessa região encontram-se nas áreas próximas do arco-do-desflorestamento, conforme figura 2.10. Dos minerais, os mais explorados são o ferro, a bauxita, o mangânes, o estânio, e o ouro.

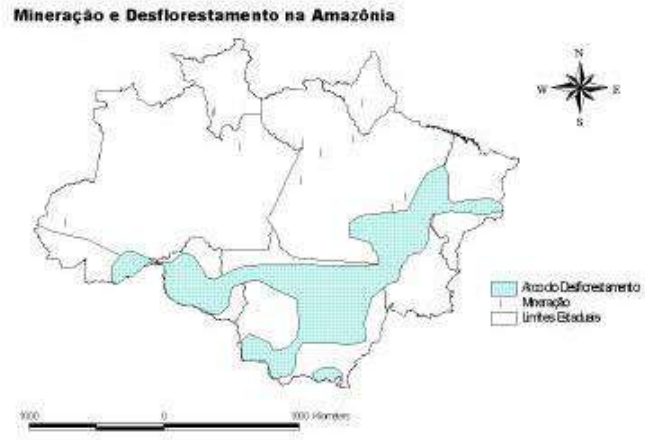


Figura 2.10: Mapa do arco de desflorestamento provocado pela Mineração (BARCELLOS e LIMA (2002)

Ferro

A partir do Projeto Ferro Carajás (mina, ferrovia e porto) foi concebido todo um programa de aproveitamento integrado de recursos minerais, agrícola e florestais. Denominado de Projeto Grande Carajás visava dar suporte a investimentos do setor privado na região. Estes investimentos tinham o objetivo de atender a projetos agrícolas e industriais que se instalassem numa área de 900.00 km^2 que circunda o pólo minerador (REIS, 2001).

Bauxita

O Projeto Trombetas teve em 1979 o início de sua operação de mineração e de exportação de bauxita metalúrgica, primeira etapa na produção do alumínio primário, pela Mineração Rio do Norte (MRN) no município de Oriximina as margens do Rio Trombetas.

Manganês

A Serra do Navio implantada no final da década de 50, no Estado do Amapá, foi até a década de 90 a principal mina de manganês do Brasil, com uma produção acumulada de mais de 30 milhões de toneladas. Em 1968 havia a preocupação com o

crescimento da pauta de exportação, mas também com a ocupação do espaço. Buscava-se sair da economia baseada na indústria extrativa vegetal e em modestas atividades agropecuárias, para novas formas agro-pastoris e a industrialização dos produtos naturais.

Estânio

A casseterita é o principal mineral de minério de estanho. Foi encontrada pela primeira vez na região em 1952, no antigo território de Rondônia, mas sua exploração econômica só se iniciou em 1959 através da garimpagem. Tratava-se de uma atividade sazonal, onde se trabalhava na estação seca nos aluviões, e, quando chovia, os garimpeiros iam para as cidades ou retornavam as áreas agrícolas de origem. Na década de 80 houve uma gradual substituição da garimpagem pela produção mecanizada, controlada por grandes grupos privados, como o Grupo Paranapanema, que implantou e opera a mina de Pitinga, maior produtora do país, no município de Presidente Figueiredo no Estado de Amazonas.

Ouro

O garimpo de ouro na Amazônia tem sido praticado de modo desordenado e itinerante (VEIGA, 2000). Essa prática deixa grandes problemas sócio-econômicos para as comunidades locais, tendo em vista o dano ambiental causado pelas práticas rudimentares como a amalgamação ineficiente combinada ao lançamento de rejeitos no meio ambiente. No entanto, após décadas de intensa extração, com mais de 2 mil toneladas produzidas, a garimpagem passa por trasnformações na medida em que o ouro facilmente aproveitável tem se tornada escasso.

Os principais distritos de produção do ouro na Amazônia são: Roraima (zona fronteiriça com a Venezuela), Vale do Tapajós (região de Itaituba e Santarém), norte do Amapá (região de Cassiporé, Calçoene e Vila do Lourenço) e o Distrito da Serra de Carajás (Serra Pelada).

BARCELLOS e LIMA (2000) analisaram o desflorestamento causado pela mineração em comparação com outras atividades econômicas como a agricultura, a

pecuária e o extrativismo vegetal. No que diz respeito a mineração, obtiveram como resultado que não existe uma correlação direta das áreas mineradoras com as áreas mais afetadas pelo desflorestamento. Portanto, os impactos ambientais e o desflorestamento relacionados a mineração são geograficamente concentrados e atingem a área próxima a atividade de extração mineral. Efeitos existem, entretanto, não podem ser considerados diretos e sim indiretos. A implantação de um pólo minerador pode propiciar um crescimento populacional na região, que necessitará de novas áreas para o cultivo. É nesse processo de incorporação de novas áreas que irão se efetivar os impactos indiretos que são bem mais difíceis de serem analisados e que devem ser objeto de novos e futuros estudos.

2.3.1.4 Atividades Madeireiras

Comércio Internacional

Até o momento, o capital asiático investido na Amazônia se orientou para a aquisição de indústrias de compensados, que consomem, tradicionalmente, madeira de várzea.

Estima-se o incremento de aproximandamente US$ 100 milhões neste setor. O aumento da atividade econômica gerado pela indústria madeireira disponibiliza recursos ao meio rural, que podem ser orientados para o desflorestamento de novas áreas.

Apesar dessa contribuição indireta ao desflorestamento, a presença do capital asiático é preocupante e tem merecido do Governo todo o esforço de controle. No que tange ao IBAMA, em 1997 essas empresas sofreram uma revisão completa nas autorizações de exploração florestal. Foram multadas em cerca de US$ 1 milhão e tiveram quase 80.000 m^3 de matéria-prima apreendidos.

Comércio Nacional

Os principais centros de consumo de produtos de madeira tropical estão localizados no Sul e Sudeste, sendo a madeira produzida em sua maior parte nos estados

do Mato Grosso, Rondônia, Pará e Maranhão. A grande São Paulo continua sendo o principal centro consumidor de madeira serrada e compensado do país. Entretanto, somente uma parte do compensado produzido por fábricas instaladas na Amazônia chega a São Paulo, sendo a principal parte proveniente do Paraná, que possui uma forte indústria de compensado, mas que importa grandes quantidades de lâminas de madeiras tropicais. São ainda importantes centros consumidores o Rio de Janeiro, Belo Horizonte e os pólos moveleiros de São Bento do Sul-SC, Bento Gonçalvez-RS, Ubá-MG etc.

Os dados censitários da extração vegetal do IBGE (2002) mostram que houve uma queda significativa na produção de madeira em tora de florestas nativas no Brasil na década de 90, principalmente a partir de 96 (a produção brasileira diminuiu de 97.514.108 m^3 em 1990 para 21.918.527 m^3 em 2000).

A produção de madeira em tora da região Norte, por sua vez, principal fornecedora do mercado brasileiro, reduziu de 80.825.803 m^3 em 1990 para 12.639.013 m^3 em 2000. A produção de madeira em tora de floresta plantada, entretanto, cresceu 4% ao ano na década, passando de 47.024.280 m^3 para 71.717.511 m^3 em 2000, confirmando as tendências de Tomaselli de perda de competitividade da madeira tropical, e sendo substituída gradativamente pela madeira serrada de florestas plantadas.

Segundo IBGE (2002), dos 62 municípios do Amazonas 43 produzem madeira (Figura 2.11). Dentre os produtores, 19 produzem mais de 10 mil m^3 de madeira, correspondendo por 90% da produção estadual.

A maioria da madeira amazônica é consumida no mercado interno (86%) enquanto o restante é exportado (SMERALDI e VERÍSSIMO, 1999). De acordo com SOBRAL *et al.* (2002), São Paulo seria o maior consumidor da madeira amazônica, que adquiriu 39% da madeira em 2001 (i.e. 6,1 milhões m^3 dos 15,7 milhões m^3 produzidos). A maior parte da madeira utilizada no estado é não certificada (i.e. não provém de florestas manejadas de forma sustentável - selo verde) e é utilizada, principalmente, na construção civil (42% na estrutura de telhados, 28% no uso de andaimes e formas de concreto, 11% em forros, pisos e esquadrias e 3% em casas pré-

fabricadas). O restante na indústria de móveis. De acordo com a pesquisa realizada pelos autores junto às empresas, a mudança nas proporções de madeira amazônica só ocorreria no case de retração ou expansão da demanda pelo mercado consumidor de produtos de madeira destas empresas. Haveria também preferência do mercado interno por madeira da Amazônia, enquanto o mercado externo por produtos de madeira de reflorestamentos.

Em 2009, o Instituto do Homem e Meio Ambiente (IMAZON), realizou pesquisa visando analisar a evolução da produção madeireira em termos de volume de toras e de madeira processada, número de empresas, empregos gerados e receita bruta, bem como do mercado do setor madeireiro da Amazônia Legal. Identificou 2.226 empresas madeireiras em funcionamento na Amazônia Legal. "Nesse ano, essas madeireiras extraíram em torno de 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora nativa, o equivalente a 3,5 milhões de árvores" (IMAZON, 2009).

Constatou que cerca de "47% dessa matéria-prima foi extraída no Estado do Pará. O volume de madeira em tora extraída em Mato Grosso correspondeu a 28% do total, enquanto em Rondônia, representou 16%". E que o "restante (9%) ocorreu nos Estados do Acre e Amazonas (3% cada), seguido do Amapá, Maranhão e Roraima (com cerca de 1% cada um)" (IMAZON, 2009).

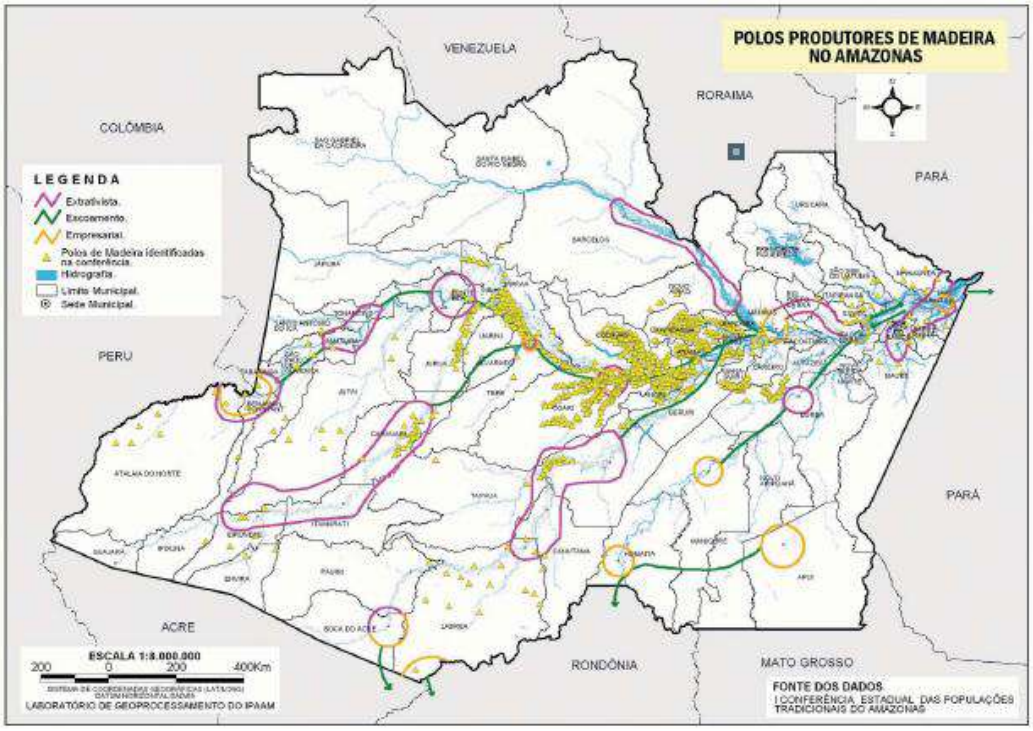


Figura 2.11: Pólos produtores de madeira no Amazonas (SDS, 2010).

2.3.1.5 Infraestrutura de transporte

Nos anos 1960-1970, foram implementadas ações como a redução de impostos, linhas de crédito a baixas taxas de juros para agricultura e pecuária, e processos de formalização de posse de terra (BECKER, 2001) bem como a implementação das redes rodoviárias (como a BR-153/010, BR-364 e BR-230). A região amazônica foi aberta ao assentamento dos cidadãos chamados “sem terra” de outras regiões, bem como para as atividades comerciais de extração de madeira em larga escala e as de mineração (SIMON, 1996). Como resultado, tal época foi caracterizada por conflitos de posse de terra, intensa mobilidade espacial da população, e desflorestamento descontrolado.

Na década de 90 alguns estudos enfocaram a importância das estradas no desflorestamento (ALVES, 2001; CHOMITZ e THOMAS, 2000), em razão do desflorestamento se concentrar e se expandir a partir dos grandes eixos rodoviários. Entretanto, pode-se afirmar que esta seria uma visão limitada do problema (bem mais complexo). Ao longo destas últimas décadas (incluindo a de 90), houve um fluxo intenso de recursos do governo (federal, estadual e municipal) não só para investimentos em infraestrutura, mas também no financiamento das atividades

produtivas (inclusive agropecuária), na formação bruta de capital fixo e para o custeio da máquina pública na região, os quais favoreceram e estimularam o crescimento de empreendimentos e da população nas áreas próximas aos grandes eixos. Nestas áreas se concentraram as indústrias e a população em geral, as quais geraram e ainda geram demandas para a agropecuária.

O adensamento de estradas no leste do Pará, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso e Rondônia compõem atualmente um grande arco de povoamento e de desflorestamento. Essa faixa acompanha a borda da floresta, justamente onde se implantaram as estradas e se situa o cerne da economia regional e do desflorestamento (ADA, 2004).

2.4 Estudos sobre as causas dos desfloramentos na Amazônia

REIS e MARGULIS (1991), em sua pesquisa, projetaram as emissões futuras da Amazônia, por meio da modelagem do processo de desflorestamento. A equação básica do modelo descreve a relação entre a densidade espacial das principais atividades econômicas e a fração da área desflorestada. As variáveis selecionadas foram: densidade populacional, efetivo de gado bovino, área de culturas agrícolas, extração de madeira e rodovias. Esses autores assumiram que o desflorestamento pode ser explicado por uma curva logística, em função de uma área geográfica limitada, e também que as taxas de desflorestamento são crescentes no estágio inicial do desflorestamento e decrescentes quando a floresta se torna escassa. A variável área agrícola apresentou o maior valor para a elasticidade do desflorestamento, seguida da população e da densidade de rodovias.

Esses pesquisadores não conseguiram explicar as causas do desflorestamento, simplesmente relacionaram dados de desflorestamento com dados de densidade, variáveis que tiveram forte influência até a década de 80, mas que perderam seu poder ou se revelaram mais fracas a partir da década de 90. Observa-se que as outras variáveis que explicariam melhor o potencial de desflorestamento como as macroeconômicas,

políticas, tecnológicas etc. não foram incorporadas na análise, enfraquecendo a sua hipótese de correlação com o desflorestamento.

FEARNSIDE (1997) estimou o dano ambiental ocasionado pelo desmatamento decorrente dos pequenos agricultores com o objetivo de avaliar a proporção de compensações internacionais que deveriam ser pagas a esses agricultores para evitar o desmatamento. Os serviços ambientais globais da floresta que se perdem com o desmatamento indicariam o benefício da comunidade internacional com a redução do desmatamento e, portanto, a magnitude dessas compensações. Dessa forma, as estimativas não incluem os valores de uso produtivo da floresta que são capturados exclusivamente pelos agentes econômicos locais, tais como os derivados da produção extrativa sustentável.

As políticas de desenvolvimento adotadas em alguns estados da Amazônia seguiram o modelo agroindustrial, como os programas Brasil em Ação (em 1996), os Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento (em 1999), e o Avança Brasil (em 2000, o qual enfatizava a renovação de projetos de infra-estrutura para o desenvolvimento). Todos estes programas conduziram para um aumento do desflorestamento (HADDAD e REZENDE, 2002) – e aproximadamente 400,0 km^2 foram desflorestados entre 1978 e 1998 (INPE, 2006).

FERRAZ (2000) desenvolveu um trabalho de pesquisa muito interessante, analisou as causas da expansão agrícola e da pecuária entre 1980 e 1995 através de modelos de regressão múltipla, relacionando as variáveis dependentes "conversão de florestas em áreas agrícolas" e "conversão de florestas em pecuária" com as variáveis independentes como o preço da produção, preço de insumos (preço da terra e salário rural), extensão de rodovias pavimentadas e não pavimentadas e crédito agrícola.

MOTTA (2002) estimou o custo econômico do desmatamento na Amazônia. Adotou para esse cálculo o valor da perda de receita líquida da produção madeireira sustentável, o valor da densidade média de carbono 100 t C/ha, ganhos de bem-estar gerados pelo efeito medicinal de cura dos fármacos originários da floresta, obtendo

assim um valor de US$ 108,1 /ha ano. Valor superior aos de ANDERSEN *et al*. (2001), com de US$ 87,7/ha ano, e muito abaixo de TORRAS (2000) de US$ 70,00 /ha ano.

MARGULIS (2003) constatou que a incidência de queimadas está relacionada com os pequenos trechos de rodovias. Além disso, verificou que 85% das queimadas ocorrem a distâncias menores que 25 km das estradas, e metade dos desmatamentos recentes são maiores que 100 hectares. Outro ponto observado pelo autor é que 492,7 milhões de hectares analisados com dados do Censo Agropecuário em nível de estabelecimentos, ¼ são propriedades agrícolas e outros ¼ correspondem a áreas protegidas. Das áreas em propriedades, 41,5% são ainda florestas nativas, 55% são terras agrícolas e 3,5% são inutilizados, das terras utilizadas, 77,4% são pastos, e outros 10% são provavelmente abandonados.

FEARNSIDE e BARBOSA (2004) estudaram a relação entre os índices de desmatamento na Amazônia e a economia do país. Eles afirmam que quando a economia está em alta os índices de desflorestamentos sofrem incrementos e quando a mesma está em baixa, esses índices decrescem consideralvemente. Fazem ainda a seguinte ressalva: de que "a recessão econômica brasileira é a melhor explicação para a queda nos índices de desmatamento de 1987 até 1991". Para o maior desflorestamento atingido em 1995, talvez isso tenha ocorrido em função da recuperação econômica do Plano Real.

As três principais formas de desmatamento na Amazônia, segundo ALENCAR *et al.* (2004), são a transformação da cobertura de floresta em pastagens para a criação de gado, o corte e a queima da floresta para cultivos anuais pela agricultura familiar, e a implantação de cultivos de grãos pela agroindústria.

Os pesquisadores SERRA e FERNANDEZ (2004) já alertavam sobre a perda de aproximadamente 15% da cobertura natural da floresta amazônica legal devido ao avanço das fronteiras agrícolas e ao descontrole da política ambiental.

BROWN *et al*. (2010) e VERA-DIAZ *et al*. (2008) relatam que a produção de grãos, em especial a soja, que tem sido também apontada como fator que pressiona a fronteira agrícola em direção às áreas de florestas.

CARVALHO *et al*. (1998); INPE (2006) e FEARNSIDE (2005) afirmam que cerca de 1/4 das florestas tropicais do mundo está localizada no Brasil e o que o carbono contido na Amazônia brasileira equivaleria a 14% do carbono contido em todos os sistemas terrestres, ou seja, 80 Gt C.

Estudos das décadas de 70 e 80, de acordo com RODRIGUES (2004), explicam as causas do desflorestamento na Amazônia, destacando-se as políticas públicas, em especial os incentivos fiscais a empreendimentos privados na Amazônia, os créditos rurais subsidiados, os programas oficiais de colonização agrícola e os investimentos em infra-estrutura, os quais atraíram empreendedores e milhares de migrantes em busca de terras para a região etc. Ao longo da década de 90, entretanto, a maioria destas variáveis teria sido reduzida ou mesmo eliminada, mas as taxas de desflorestamento permaneceram altas, o que indicaria a presença de outras forças subjacentes determinando o desflorestamento.

O bioma mais afetado pela expansão da soja e da pecuária na Amazônia, segundo ALENCAR *et al*. (2004), tem sido a floresta de transição que ocorre nos Estados de Mato Grosso e Pará, mais especificamente a zona entre a floresta densa e o cerrado do planalto central. Esta floresta requer mais cuidados pelo nível de ameaça que vem sofrendo e por sua importância para o clima e a biodiversidade regional.

Das três atividades responsáveis pelo desmatamento na Amazônia - pecuária, agricultura familiar e, recentemente, a agricultura mecanizada - a mudança da floresta em pastagens tem sido a principal causa do desmatamento, ALENCAR *et al*. (2004).

Eles justificam que essa problemática deve-se a criação extensiva de gado, especialmente em grandes propriedades, e é responsável por aproximadamente 75% das florestas desmatadas na região. Entre 1990 e 2001, o rebanho bovino da Amazônia

Legal praticamente duplicou, passando de 26 milhões para 52 milhões de cabeças, a uma taxa de crescimento média de 6% ao ano.

CORREIA *et al*. (2006) estudaram as conseqüências climáticas sobre as variáveis precipitação, balanço de água, energia estática úmida e transporte de vapor d'água, decorrentes das mudanças do uso da terra na Amazônia usando o modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA/CPETC) para três cenários distinto (cenário atual; previsto para o ano de 2033 e desflorestamento de grande escala da Amazônia).

O modelo "DINÂMICA" é um simulador espacial, desenvolvido pelo Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), do tipo autômato celular concebido para simular a dinâmica das mudanças nos usos da terra na bacia amazônica, principalmente em áreas ocupadas por pequenas fazendas. Sua modelagem baseia-se em autômato celular com regras de transição estocásticas. Já foi aplicado em outros estudos, como os de "Modelagem da Biodiversidade do Interflúvio Madeira-Purus: Bens Naturais e Impactos Antrópicos" para avaliar os efeitos da pavimentação da BR-319 localizada no Estado do Amazonas e da criação de áreas protegidas (GEOMA, 2006). É uma das plataformas base do projeto Modeling Amazon Scenarios do Woods Hole Research Center.

O modelo incorpora processos de decisão baseados em práticas de uso do solo adotadas por colonos amazônicos e é parametrizado a partir da assimilação maciça de dados obtidos de sensoriamento remoto.

Esses autores explicam que o desflorestamento reduz a transpiração e a evaporação da água interceptada devido à redução da camada vegetal, conduzindo com isso a um secamento na baixa troposfera. E que no desenvolvimento de sistemas convectivos, uma menor quantidade de vapor estará disponível para ser transportada verticalmente e gerar precipitação. Essa redução na precipitação, por sua vez, leva a redução na umidade do solo, o que tende a diminuir, ainda mais, a evapotranspiração.

CORREIA *et al*. (2006) concluíram que em todos os cenários observaram mudanças significativas no ciclo hidrológico regional e perturbações na complexa relação solo-planta-atmosfera. E que, uma vez a floresta destruída, a mesma não seria capaz de se restabelecer por si só. Assim para os autores, torna-se clara a hipótese de um limite potencial para a sobrevivência da floresta Amazônica, porque o aumento da extensão do desflorestamento pode trazer conseqüências irreversíveis. Porém, os próprios autores ressaltam que os resultados obtidos podem estar contaminados pela variabilidade interna do modelo, já que o modelo não atingiu completamente o equilíbrio durante as integrações numéricas.

O uso de dados de queimadas de sistemas sensoriais remotos tem demonstrado uma relação entre redes de rodovias, atividades de queimadas e desflorestamento (EVA E FRITZ, 2003), onde 85% das queimadas ocorrem em menos de 25 km das estradas vicinais e rodovias (MARGULIS, 2003).

Observando-se o Arco do Desflorestamento (Amazônia Setentrional e Oriental), verifica-se que quanto mais densas as redes de rodovias, maior é a atividade de queimadas e, em conseqüência, maior é o desflorestamento. As redes rodoviárias densas nos estados de Rondônia, Mato Grosso, Tocantins, Pará e Maranhão delineam claramente o Arco do Desflorestamento e, coincidentemente, esta regiões também apresentam os maiores índices nas atividades de queimadas (BECKER e EGLER, 2001). O mesmo fenômeno pode ser observado no estado do Amazonas ao longo da BR-174 e BR-319 (próximo a Manaus); sul da BR-319 e oeste da BR-230 (onde avança a fronteira agrícola, próximo ao município de Lábrea); e na fronteira sul do estado ao longo da BR-364.

ANDERSEN *et al*. (2001) apresentam uma análise de custo-benefício do desmatamento na Amazônia do ponto de vista privado, nacional e global. Estimam o valor econômico total para um hectare representativo da área da floresta amazônica desmatada comparando-o com os benefícios do desmatamento representados pelos valores da produção agropecuária e madeireira que foram gerados na área desmatada e pelos seus impactos de geração de renda na área urbana.

ALENCAR *et al*. (2004) consideram que o desmatamento deve ser combatido de uma forma inovadora, por meio de uma abordagem centrada na sua tipologia e nos seus propósitos e não apenas na sua localização geográfica. Nessa classificação, nem todo desmatamento deverá ser considerado prejudicial, especialmente do ponto de vista socioeconômico. Assim, ficará mais fácil identificar aqueles que são prejudiciais, quando florestas são derrubadas para a implementação de uma agricultura ou de pastagem em áreas nitidamente inapropriadas para o cultivo ou a criação ou de alto valor ecológico (por exemplo, para a manutenção do clima e da biodiversidade.

Para FERRAZ (2001), o desflorestamento na Amazônia está intimamente relacionado com o transporte rodoviário. Durante o período 1980-2000, a extensão das rodovias pavimentadas praticamente dobrou, enquanto a extensão das rodovias não pavimentadas aumentou na ordem de 460%.

ALVES (2002) relaciona o processo de desflorestamento e a colonização da Amazônia Brasileira como os principais fatores associado às mudanças climáticas globais, à alteração dos ciclos biogeoquímicos, à dinâmica de uso e cobertura da terra e à diminuição da biodiversidade. Esta diversidade de fatores, para o autor, produz padrões heterogêneos de ocupação, o que torna complexa a modelagem de uma área extensa da floresta. Como resultado da sua pesquisa, concluiu que em Rondônia cerca de 90% do desflorestamento tem-se concentrado nos limites de 100 km da malha rodoviária principal, ao redor dos eixos e pólos de desenvolvimento dos anos 70 e 80. Assim, as áreas mais desmatadas ocorrem ao redor das estradas principais e secundárias provocando o fenômeno conhecido como “espinha-de-peixe”.

MARGULIS (2003) enfatiza que não seriam as estradas que levariam ao desflorestamento, mas a viabilidade financeira da pecuária. Os próprios pecuaristas (e madeireiros) as constroem se houver viabilidade. De acordo com este autor, não há dúvida de que as reduções dos custos de transportes propiciadas pelos investimentos nos grandes eixos rodoviários tornaram lucrativas as implantações de atividades agropecuárias, antes inviáveis.

As rodovias melhoradas encorajam os proprietários de terras a aumentar a produção e a mudar da agricultura de subsistência para produção comercial. O grau com que a agricultura se desenvolverá é resultado das condições locais e da demanda. Haveria ainda outras condicionantes à implantação da agropecuária, além da infra-estrutura, tais como o acesso a mercados, a aptidão agrícola e a capacidade de adaptação de cada produtor aos desafios, aos incentivos e às restrições impostas pelo meio (ARIMA, 2001).

COSTA (2000) desenvolveu um estudo sobre as áreas com potencial para a expansão da soja na Amazônia, utilizando a abordagem de Von Thünen (teoria locacional). O autor prevê que o asfaltamento da BR 163 terá um impacto significativo no avanço da soja sobre áreas de floresta, pois facilitará o acesso a áreas pouco desenvolvidas no Norte de Mato Grosso e Sudoeste do Pará. Os resultados do modelo de COSTA (2000), considerando o asfaltamento da BR 163, mostram que as áreas de soja viáveis no Mato Grosso aumentariam cerca de 34% em relação ao modelo que não considera o asfaltamento, e cerca de 29% no estado do Pará.

Estudos MANZATTO (2007) apud FLECK (2009) confirmar que grande parte da área próxima rodovia BR-319 tem inúmeras limitações "de solo, devido à baixa fertilidade e a problemas de drenagem, erosão e alto nível de degradação do solo após uso. Além disso, a alta pluviosidade ao longo de praticamente toda a rodovia (>2.100 mm/ano)" implicando com isso " em reduzidas produtividades agrícola e pecuária, com fortes efeitos negativos sobre a sua viabilidade econômica (SCHNEIDER *et al*., 2000)".

PERZ *et al.* (2005) estudaram os dilemas das estradas não-oficiais na Amazônia, ressaltando a importância das estradas na redução do isolamento dos habitantes aos centros urbanos, na melhoria da qualidade de vida da população, na acessibilidade a exploração dos recursos naturais e no transporte da produção na região, além de facilitarem o acesso das populações locais às escolas, hospitais e as demais localidades. Embora, as estradas apresentem todas essas vantagens, elas geram também impactos ambientais. Estudos de CHOMITZ e THOMAS, (2001); NEPSTAD *et al*., (2001);

SOARES-FILHO *et al*. (2004); FERREIRA *et al*. (2005) e BRANDÃO JÚNIOR *et al*. (2007) apontam para uma forte relação entre as estradas oficiais e não-oficiais com o desmatamento da Amazônia.

BRANDÃO JÚNIOR *et al*. (2007) estudaram o comportamento do desmatamento ao longo das estradas da região Amazônica. Mapearam 241.749 km de estradas até 2003. Um total de 172.405 km foi classificado como estradas não-oficiais, 25.074 km são estradas oficiais e 44.270 km são estradas em assentamentos. O Amazonas, segundo MACIEL (2009), possui 6.200 km de estradas, dentre as quais, 4.495 km de estradas não são asfaltadas, recebendo a denominação de vicinais.

Afirmam que para as estradas oficiais a proporção do desmatamento cresce rapidamente até 50 km, estabilizando a partir deste ponto até 200 km. Observaram que a quase totalidade do desmatamento de 2004 e 2005 ocorreu até 45 km de todas as estradas. As análises mostraram que o desmatamento se distribui exponencialmente em função da distância às estradas, tanto para estradas oficiais quanto para as demais estradas. A Figura 2.12 mostra que as estradas não-oficiais explicam grande parte do desmatamento na Amazônia.

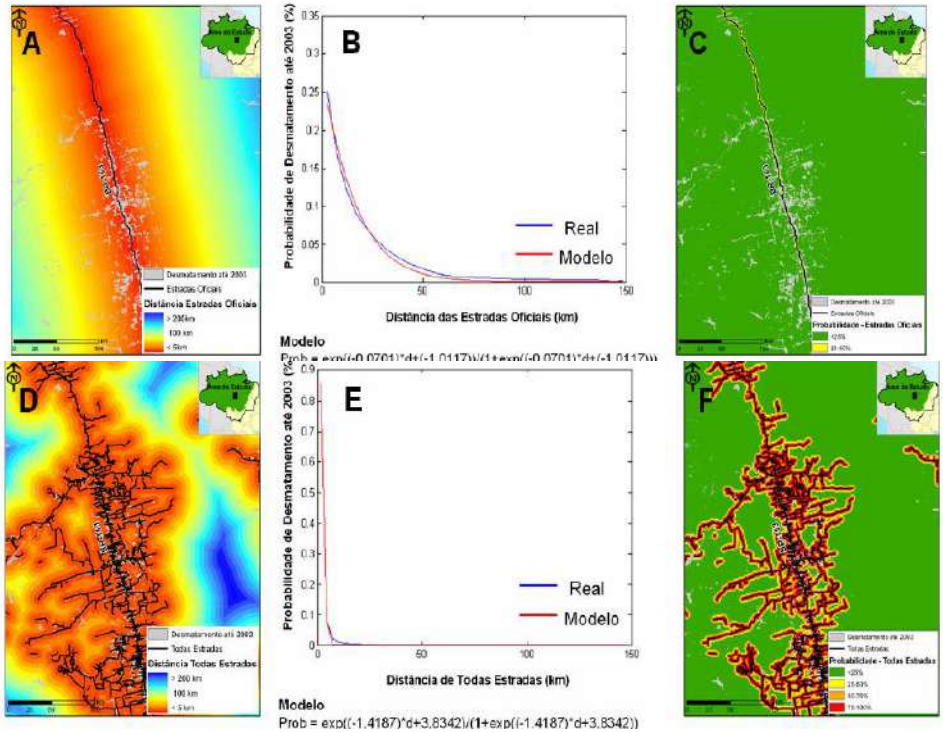


Figura 2.12: Modelos de risco de desmatamento em função da distância das estradas: (ABC) somente estradas oficiais (BRANDÃO JÚNIOR *et al*., 2007).

FENLEY (2007), concluiu que as rodovias e estradas vicinais favorecem a "acessibilidade a áreas remotas de florestas antes isoladas, interagindo com mobilidade irrestrita de passagerios e cargas (bens e produtos)", podendo ser configurada com um dos fatores para o desflorestamento na Amazônia. Para este autor, a implementação de novas rodovias e estradas no estado do Amazonas deve ser, no mínimo, uma opção de transporte questionável ambientalmente.

Análise dos estudos de GIULIANO e GENEVIEVE (1995) confirma que as características do sistema de transporte determinam e influenciam a acessibilidade ou a mobilidade de um ponto a outro. Concluem que acessibilidade afeta a demanda de uso do solo, promovendo a locação de novas atividades e consequentemente de novas viagens. Portanto, verifica-se que a via, um dos elementos da infra-estrutura de transporte, exerce forte interação entre regiões ou localidades. Essas interações podem ser incrementadas a medida que mais atividades são alocadas nessas regiões, elevando o nível de acessibilidade locacional.

Para SHORT e KOPP (2005), a infraestrutura de transporte é vital para os benefícios sociais e econômicos de uma região e fator determinante para a mobilidade.

PUEBLA e MELHORADO (2006) propuseram uma metodologia para avaliar os efeitos de borda das infra-estruturas de transporte, tendo como exemplo o PEIT (Plan Estratégico de Infra-estruturas y Transporte da Espanha). Obtiveram como resultado que os efeitos das infra-estruturas de transporte não beneficiam unicamente os locais que recebem tais melhorias, mas seus efeitos produzem impactos positivos na acessibilidade de outras regiões.

Os usos de modelos que se baseiam em parâmetros econométricos e de modelagem espacial estão sendo usados com mais freqüência (SOARES FILHO *et al*., 2002; CHOMITZ e THOMAS, 2001; KAIMOWITZ e ANGELSEN, 1998; PFAFF, 1999).

Verifica-se que embora o uso do termo a acessibilidade não seja usada nesses estudos que relacionam rodovias com o desflorestamento, percebe-se uma nítida influencia dessa variável no processo de desmatamento das florestas.

Nesse contexto, dá-se prosseguimento aos capítulos subsequentes com a conceituação e a descrição dos diferentes indicadores de acessibilidade desenvolvidos ao longo do tempo.

2.5 Sistemas de monitoramento de desflorestamento na Amazônia

Nas décadas de 1980-1990, o governo federal adotou um discurso "verde" ao criar novas agências de meio ambiente, um novo código florestal que requeria que 80% das propriedades particulares permanecessem com floresta, e uma nova política nacional integrada que incluiu o Programa Piloto para Preservação da Floresta Amazônica (PPG7, em 1993), o projeto dos Corredores Ecológicos da Floresta Amazônica (em 1999), e a demarcação de reservas indígenas e das unidades de conservação.

Estudo desenvolvido pelo Centro de Endemismo Belém, onde começa a área denominada 'arco do desmatamento', aponta essa região como a mais desmatada da Amazônia, com apenas 23% de sua cobertura florestal intacta. A informação é dos pesquisadores do projeto Biota Pará, uma parceria do Museu Paraense Emílio Goeldi e da organização ambientalista Conservação Internacional (CI-Brasil) e consta do 'Mapeamento das Remanescentes Florestais do Centro de Endemismo Belém'. O estudo publicado em 2007 mostra que 67% dessa área já foram desmatadas e que grande parte das espécies ameaçadas de extinção que constam na lista vermelha do Pará encontra-se na região.

Com essas medidas, nos anos 90 as taxas de desmatamento se estabilizaram, porém a pressão de mudanças é ainda atuante, destacando-se o crescimento da população da região e planos para abertura de novas rodovias (FROHN *et al*., 1990).

Em função desses avanços do desfloramento na Amazônia, foram criados 5 sistemas para monitorar essas áreas na tentativa de minimizar tal processo. Os sistemas de monitoramento empregados no controle são: PRODES, DETER, SAD, DEGRAD e MODIS/AQUA. Estes sistemas são complementares e foram concebidos para atender a diferentes objetivos conforme será descrito a diante.

O INPE desenvolve e mantém dois destes sistemas: 1) Detecção em Tempo Real do Desflorestamento na Amazônia (DETER) e 2) Projeto de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES). Outro sistema, chamado Sistema de Alerta do Desmatamento – SAD, foi desenvolvido e é mantido pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON). Estes sistemas fornecem dados com diferentes características, porém se complementam tornando-se ferramentas eficazes do Estado no combate ao desmatamento ilegal na Amazônia.

Embora, haja inumeras tentativas para análises sobre a dinâmica espacial e temporal desse fenômeno, bem como a otimização de estratégias de fiscalização. MACEDO e TEIXEIRA (2009) comentam que a maior parte dos estudos na Amazônia se refere apenas à retirada da cobertura florestal (desflorestamento), não computando as alterações em áreas de fisionomia savânica (cerrados).

Recentemente, um novo software também foi criado visando ser mais uma alternativa de combate ao desmatamento na Amazônia. Segue apresentação resumida desses sistemas.

O **PRODES** - Em 1984 é criado o Projeto Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES) do INPE que vem monitorando o processo de desmatamento da Amazônia desde esse ano. Áreas desflorestadas são identificadas através de interpretação visual de Imagens órbitas do sistema sensor TM/Landsat, na escala de 1:250.000, e o incremento anual de desflorestamento é registrado e computado (Alves *et al.*, 1991). Usa imagens dos satélites Landsat, CBERS e DMC, com resolução de 6 hectares. O PRODES apenas identifica e contabiliza as áreas que evidenciam serem de corte raso, ou seja, o estágio final do processo de desflorestamento (INPE, 2008).

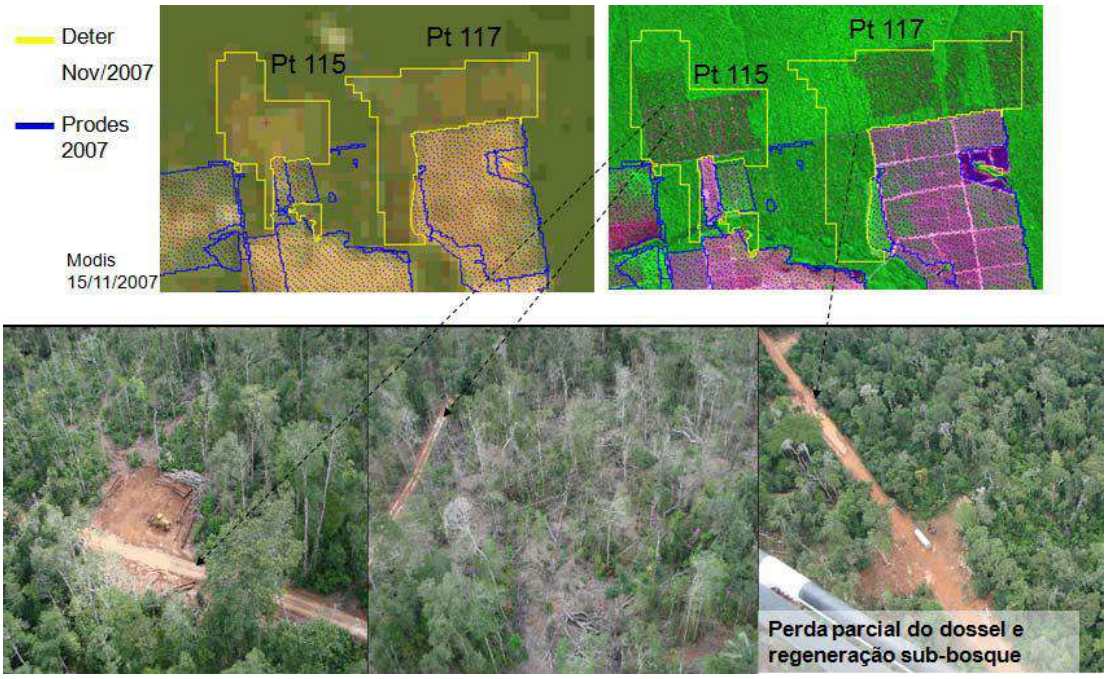


Figura 2.13: imagens da perda parcial do dossel e áreas de regeneração sub-bosque captadas no DETER e PRODES (INPE, 2008).

INPE (2008) obteve taxa anual de desmatamento na Amazönia por corte raso para o período 2007/2008, considerando o PRODES, em 11.968 km^2 representando uma estabilização comparada com o período anterior e uma interrupção na trajetória de queda verificada desde 2004.

O **DETER**- lançado em 2004 e desenvolvido a um custo de aproximadamente R$ 600 mil, usa imagens dos satélites Modis (Terra e Aqua), da NASA, para observar o desmatamento em "tempo real" as imagens são atualizadas a cada quinzenalmente, iniciativa pioneira no mundo. Tem resolução de 20 hectares. O DETER é um levantamento rápido feito mensalmente pelo INPE, com dados de resolução espacial de 250 m. Com este sistema é possível detectar apenas os desmatamentos cuja área seja maior que 25 ha. A metodologia DETER mapeia toda alteração da cobertura florestal sem discriminar o estágio do processo do desflorestamento, sendo apontada como área de alerta e passível de fiscalização. O DETER é um sistema de apoio à fiscalização e controle do desmatamento da Amazônia. Usando o DETER, o INPE divulga mensalmente um mapa de alertas para áreas maiores que 25 hectares. Ao emitir alertas

das áreas de atividades mais intensa, os órgãos responsáveis pela fiscalização ambiental priorizam essas áreas no combate ao desmatamento ilegal.

Segundo o INPE (2008), o DETER usa um conceito de desmatamento mais abrangente do que o do PRODES. O PRODES apenas identifica e contabiliza o estágio final do processo de desmatamento. No DETER, toda alteração da cobertura florestal (figuras 2.13, 2.14 e 2.15) é analisada.

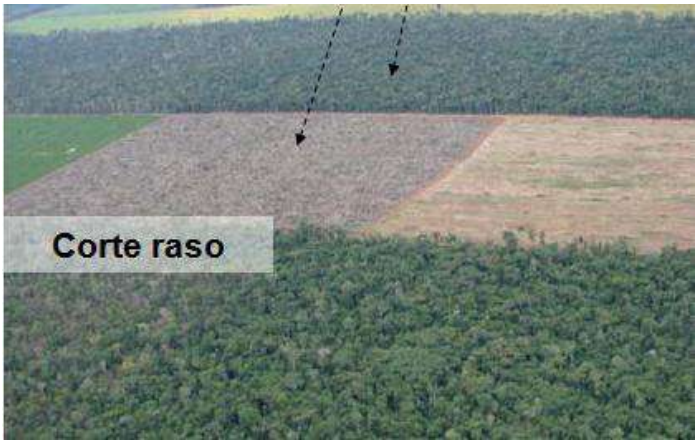


Figura 2.13: Floresta tipo corte raso contabilizada pelo sistema DETER (INPE , 2008)

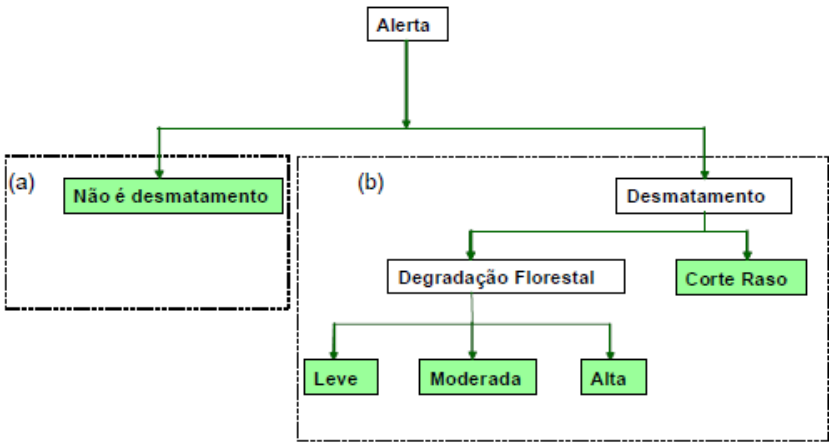


Figura 2.14 Esquema de Classificação dos dados de Alerta do DETER. As classes finais são representadas pelas caixas verdes: 1) Não confirmado como desmatamento (a); 2) Corte Raso; 3) Degradação Florestal de Intensidades Leve, Moderada e Alta (b) (INPE, 2010).

Conforme INPE (2008) foi incorporado ao programa de monitoramento por sensoriamento remoto na Amazônia o sistema **DEGRAD**. Este novo sistema consegue mapear com detalhe as áreas desflorestadas com tendência a serem convertidas em corte raso, ou seja, cuja cobertura não foi removida totalmente. Essas áreas não eram computadas pelo sistema PRODES.

DEGRAD- é um novo sistema destinado a mapear áreas em processo de desmatamento onde a cobertura florestal ainda não foi totalmente removida. O sistema utiliza imagens dos satélites LANDSAT e CBERS e seu objetivo é mapear anualmente áreas de floresta degradada e com tendência a ser convertida em corte raso. Assim como o PRODES, a área mínima mapeada pelo DEGRAD é de 6,25 hectares. As indicações de aumento da degradação florestal do DETER foram confirmadas pelos dados do DEGRAD, que indicam um crescimento de 14.915 km^2 em 2007 para 24.932 km^2 em 2008 (INPE, 2008).

O **SAD-** Sistema de Alerta de Desmatamento, recém-criado pela ONG Imazon. Usa imagens dos satélites Modis, que detectar e prever desmatamentos maiores que 5 hectares. Testado em Mato Grosso, será estendido para toda a Amazônia até o fim do ano, a um custo estimado de R$ 300 mil. Apesar de toda a tecnologia de sensoriamento remoto usada hoje para observar a Amazônia, o conhecimento existente sobre a dinâmica da destruição ainda é grosseiro. O SAD considera como desmatamento apenas os casos de supressão total (corte raso) da floresta ou os casos extremos de degradação florestal que levam à perda extremamente significativa de biomassa florestal e à exposição de solos. Os dados divulgados não incluem outras ocorrências de degradação florestal causadas pela extração madeireira predatória e por queimadas (SOUZA JÚNIOR *et al*., 2008).

MODIS/AQUA- Os focos de calor são obtidos pelo satélite MODIS/AQUA, NOAA, TERRA e GOES disponibilizados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do INPE. Os focos de queimada são indicados pelas pequenas cruzes e sua cor indica qual o satélite que fez a detecção. Os dados são atualizados a cada três horas, todos os dias do ano. Estes dois satélite conseguem adquirir imagens da

Terra em intervalos de 1 a 2 dois dias. As imagens do MODIS disponibilizam uma base sistemática de dados na elaboração de produtos sobre as interações entre atmosfera, terra e oceano. Seu uso encontra-se associado na medição de propriedades das nuvens, mudanças no uso e cobertura das terras e queimadas, entre outras (EMBRAPA, 2010).

De acordo com JACQUES (2003) apud SILVA (2008) as queimadas ocorrem em decorrência de fatores climáticos e antrópicos. Ele é empregado com a finalidade para a renovação de pastagens, preparo de plantios, preparo do corte manual e para o desflorestamento. A Defesa civil classifica os focos de queimadas como naturais e por influência humana. Os focos de calor de origem natural são causados pelas condições meteorológicas (falta de chuva, baixa umidade, altas temperaturas), aliados com outras características locais como a cobertura vegetal. Os de origem humana são aqueles desencadeados por ações humanas, geralmente aliadas a queimadas na agropecuária.

Figura 2.15: Cortina de fumaça sobre o rio Negro na praia de Ponta Negra em agosto de 2010.

Em 2005, a seca no Amazonas resultou em um desastre ambiental, causado por queimadas acidentais e incêndios florestais de grande magnitude, que ficou na historia da região. Também ocorreram incêndios florestais e queimadas acidentais contribuindo

para o avanço de uma densa cortina de fumaça (figura 2.16) que comprometeu as atividades de pouso e decolagens de aviões em vários aeroportos de municípios localizados nessa região. Este fenomeno repetiu-se também este ano 2010 no mês agosto.

MDPA- novo software desenvolvido por BARBOSA (2007) para combater às queimadas em áreas florestais. Esse programa de computador permite prevê a expansão do fogo e quais as técnicas que devem ser utilizadas no controle dos incêndios e testar as técnicas que evitam o alastramento das chamas. O programa usa imagens de satélites da área atingida, além de informações fornecidas pelos próprios usuários, como a variedade da temperatura do local, o porte das árvores e a porcentagem da contribuição de outros fatores. Prevê ainda onde a brigada poder retirar água e a quantidade necessária para apagar o incêndio. Aplicado na Reserva Biológica do Lago Piratuba, no Estado do Amapá, Região Norte do Brasil. A área possui 357 mil hectares e abrange os municípios de Pracuúba, Tartarugalzinho e Cutias. A localidade, segundo Barbosa, foi escolhida devido à grande diversidade da vegetação e por ter em média 49% dos focos de calor nas áreas protegidas do Amapá.

Além desses sistemas de monitoramento do desmatamento, em 24 de julho de 2006 foi criada a Moratória da Soja no bioma Amazônia sendo lançada pela ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais) e ANEC (Associação Nacional dos Exportadores de Cereais) que representando suas empresas associadas, assumiram o compromisso de implementar um programa de governança, cujo objetivo é não comercializar, pelo período de dois anos, soja produzida em áreas desmatadas a partir de julho de 2006, no bioma Amazônia. Esta iniciativa inédita buscou frear o desmatamento relacionado à expansão da soja no bioma, conciliando a preservação do meio ambiente com o desenvolvimento econômico, através do uso sustentável dos recursos naturais.

O Monitoramento da Moratória da Soja, safra 2008/09, aumentou a cobertura da área monitorada e o número de polígonos em relação ao da safra passada. Neste ano, a

área monitorada cresceu 217%, passando de 49.809,14 ha para 157.896,37 ha, consequentemente o número de polígonos aumentou de 265 para 630, distribuídos por 46 municípios.

A implementação de um sistema de mapeamento e monitoramento da Moratória, com a base nos dados do sistema PRODES/INPE, para identificar áreas desmatadas no bioma Amazônia e ocorrência de plantios de soja é de responsabilidade em campo da Globalsat Monitoramento Agrícola, empresa contratada pela ABIOVE, em consenso com o subgrupo de Mapeamento e Monitoramento.

Outro instrumento muito empregado para minimizar a degradacao florestal sobre a biodiversidade Amazônica são as Unidades de conservação (UCs) que serão apresentadas no próximo item.

2.6 Programas de proteção a florestas

O Plano Estadual de Prevenção e Combate ao Desmatamento no Amazonas foi elaborado com a finalidade de fortalecer e dinamizar a gestão ambiental e territorial do Estado do Amazonas com a proposição de articular as inúmeras iniciativas em curso do Sistema SDS, a partir de quatro diretrizes:

1. Dinamização da gestão ambiental;
2. Capacitação ambiental;
3. Sistema de informação; e
4. Arranjo institucional.

A Política Ambiental do Estado (PAE) tem adotado medidas e ações coordenadas que visam a expressiva redução dos índices de desmatamento, por meio dos seguintes instrumentos e ações estratégicas:

I - Áreas protegidas e uso sustentável da biodiversidade

II - Ordenamento territorial e Regularização Fundiária - Zoneamento Ecológico e Econômico - ZEE;

III - Controle, monitoramento e fiscalização ambiental

IV - Gestão de florestas públicas, manejo florestal e recuperação de áreas desmatadas

V– Fomento as atividades produtivas sustentáveis;

A articulação das ações estratégicas em sintonia com o Governo Federal, Estadual e Municipal, permitirá:

- Reduzir o desmatamento ilegal e as emissões de CO_2, associadas ao desmatamento e a queimada de vegetação nativa;

- Gerar emprego e renda e fortalecer o processo de eqüidade social, associados à conservação de florestas e à melhor utilização de áreas já desmatadas;

- Fortalecer o Sistema Estadual de Gestão Florestal, com governança e transparência, em consonância com as diretrizes do SISNAMA;

- Ampliar a competitividade de produtos sustentáveis com ênfase na agricultura familiar e florestal, em mercados nacionais e internacionais;

- Posicionar o Estado do Amazonas em novos mecanismos de cooperação internacional o âmbito das Convenções das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) e Conservação da Biodiversidade (CDB), em articulação com a política do governo brasileiro no âmbito das referidas convenções;

O Plano Estadual de Combate ao Desmatamento do Amazonas se insere plenamente nas diretrizes e prioridades do Plano Amazônia Sustentável (PAS), Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia Legal (PPCDAM), do Pacto pela Valorização da Floresta, e pelo fim do desmatamento na Amazônia Brasileira (Pacto pelo Desmatamento Zero), como estratégia de desenvolvimento regional por meio do fortalecimento da gestão ambiental e da prevenção e combate ao desmatamento no Estado.

Visando minizar a crescente taxa de desmatamento no Amazonas, foi criado em 2003, o Programa de Criação e Implementação de Unidades de Conservação Estaduais (PCIUCE) cujo objetivo é a realização de estudos e ações estratégicas que permitam a criação de novas Unidades de Conservação e a implementação daquelas já existentes. As duas principais linhas de ação do Programa são os diagnósticos sócio-ambientais e

agro-extrativistas e a elaboração/revisão de seus Planos de Gestão, incluindo ações de planejamento, monitoramento e análise, num modelo de gestão adaptativa e participativa.

Embora existam 40 unidades de conservação estaduais (UC) criadas para proteger áreas de grande relevância para a conservação da biodiversidade e a manutenção de recursos naturais. Elas surgiram mediante à necessidade de uma melhor consolidação das bases legais e do conjunto de normas e procedimentos que definissem e amparassem as ações de implementação das UCs.

No dia 5 de junho de 2007, foi sancionada a lei estadual complementar 53 que formalmente instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Amazonas. A partir de então, ficavam estabelecidos os critérios e normas para criação, implementação e gestão das UCs, além de classificadas as infrações e estabelecidas suas penalidades.

Até 2008, o Estado do Amazonas contava com 40 Unidades de Conservação Federais-UCF e 34 Unidades de Conservação Estaduais–UCE, totalizando 39,6 milhões de hectares de áreas protegidas por unidades de conservação, além das terras indígenas - TI, considerando conjuntamente as unidades federais e estaduais. A criação das Ucs é utilizada com sucesso como uma ferramenta para o ordenamento territorial, contraponto ao crescimento desenfreado e não planejado dos territórios habitados pelos povos das florestas.

Hoje, “ 7,76% da Amazônia brasileira está protegida dentro de UCs de Proteção Integral-principalmente em Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas-e outros 14,39% da floresta se encontram dentro de UCs de Uso Sustentável, como Reservas Extrativistas e Florestas Nacionais, entre outras categorias”(ISA, 2010).

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação – SEUC, assim como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, estabelecem que as unidades de conservação dividem-se em dois grupos com características específicas:

- Unidades de Conservação de Uso Sustentável, que visam compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. São 56 Ucs desse tipo: 12 Reservas Extrativistas (RESEX), 12 Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), 02 Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), 06 Florestas Estaduais (FLORESTA), 19 Florestas Nacionais (FLONA) e 05 Áreas de Proteção Ambiental (APA);

- Unidades de Conservação de Proteção Integral, cujo objetivo é o de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. São 18 UCs deste tipo no Amazonas: 3 Reservas biológicas (Rebio), 7 Parques Estaduais (Parest),4 Parques Nacionais (Parna),3 Estações ecológicas (Esec) e 1 Reserva Ecológica (Resec).

Conforme MENSAGEIRO (2008) apud LIMA (2008), com a expansão das atividades econômicas no sul do Amazonas as 25 (vinte e cinco) etnias indigenas ainda presente nessa área estão ameaçadas. Na região do rio Purus são aproximadamente 8 (oito) povos indígenas que habitam essa área (Katawixi, rio Mucuim; Jacareuba, Koreketê, Itaparaná; Igarapé Mambuhã). Em Manicoré e Humaitá são as etnias Tenharin do Igarapé Preto e Tenharin do rio Marmelos e no extremo oeste do Amazonas, habitam na Terra Indígena do Javari, 15 etnias. Conforme Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) (2008), as regiões ameaçadas estão presentes no mapa da figura 2.17.

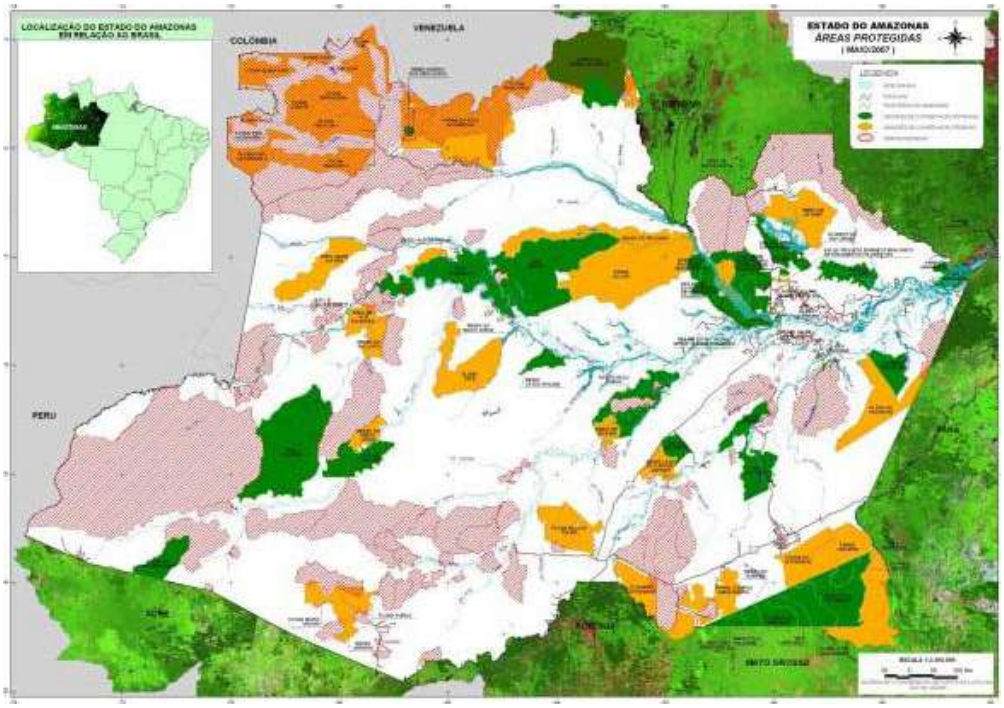


Figura 2.16: Panorama de Unidades de Conservação Estaduais, federais e Terras Indígenas no estado do Amazonas (SDS, 2008).

Outro projeto implementado é o Bolsa Floresta. É um programa do Governo do Amazonas para reconhecer, valorizar e compensar as populações tradicionais e indígenas do Estado, denominados de guardiões da floresta, pelo seu papel na conservação das florestas, rios, lagos e igarapés.

O Programa Bolsa Floresta (PBF) foi construído de forma participativa, com ampla discussão com instituições governamentais e não-governamentais do Amazonas. A verba para o pagamento dos benefícios vem dos juros dos recursos existentes no Fundo Estadual de Mudanças Climáticas. Este benefício será repassado para aqueles que ajudarem as florestas não serem desmatadas.

Segundo FAS (2010), o PBF conta com 4 componentes:

- Bolsa Floresta Renda - incentivo à produção sustentável. É um investimento de R$ 140 mil ao ano por unidade de conservação. Ele é destinado ao apoio à produção sustentável: peixe, óleos vegetais, frutas, mel, castanha entre outros. A meta é promover arranjos produtivos e certificação de produtos que aumentem o valor recebido pelo produtor;

- Bolsa Floresta Social - Este componente é destinado à melhoria da educação, saúde, comunicação e transporte, componentes básicos para a construção da cidadania dos guardiões da floresta. As ações são desenvolvidas em parceria com os órgãos governamentais responsáveis e instituições colaboradoras;

- Bolsa Floresta Associação - fortalecimento da associação e controle social do programa, investimentos em sáude, educação, transporte e comunicação. Equivale a 10% da soma de todas as Bolsas Floresta Familiares. Sua função é fortalecer a organização e o controle social do programa. Este é um dos programas mais importantes da história da Amazônia, quanto ao fortalecimento das organizações de base comunitária;

- Bolsa Floresta Familiar - envolvimento das famílias na redução do desmatamento. Tem como objetivo promover o envolvimento das famílias moradoras e usuárias das unidades de conservação estaduais para redução do desmatamento e valorização da floresta em pé. Esta modalidade também atua no sentido de promover o entendimento da realidade sócio-econômica e ambiental para melhorar a eficiência na aplicação dos recursos e avaliação dos resultados dos investimentos. Na prática, diz respeito ao pagamento de uma recompensa mensal de R$ 50 por mês pago às mães de famílias residentes dentro de unidades de conservação que estejam dispostas a assumir um compromisso de conservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

Também é empregada a estratégia de conservação da biodiversidade e de ordenamento territorial no Amazonas por meio dos Corredores Ecológicos. Eles são grandes áreas que contêm ecossistemas biologicamente prioritários e viáveis para a conservação da biodiversidade. São formados por unidades de conservação, Terras Indígenas e áreas de interstício (MMA/PPG7, s/d, p. 8). O Projeto Corredores Ecológicos integra o Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras (PPG-7) e tem o objetivo de promover a preservação e conservação de biodiversidade,

sob uma perspectiva integrada, de modo a abrigar um número maior de áreas (PARNA, RDS, RPPN e terras indígenas, por exemplo) e de parceiros.

2.7 Considerações finais

Neste capítulo apresentou-se a revisão da literatura sobre os tipos de florestas ainda não degradadas mundialmente, as causas dos seus desmatamentos, o desmatamento na Amazônia e quais as estratégias de controle de desmatamento que são aplicadas na Amazônia Brasileira, incluindo a política de proteção ambiental como as unidades de conservação e terras indigenas.

Como resumo da literatura sobre os diversos estudos que apontam as causas do desflorestamento ao longo do tempo na Amazônia, ressalta-se o estudo de SOARES-FILHO *et al.* (2005) que apresentam as variáveis explicativas desse fenômeno informando que eles vão desde incentivos fiscais e políticas de colonização realizadas no passado, passando pelas migrações de agricultores para centro-oeste e norte do país em busca de novas áreas produtoras visando o avanço da exploração madeireira, da pecuária e o do agronegócio, como a cultura de soja sobre as áreas de pastagens. Chegando aos investimentos em infra-estrutura, a exemplo da implantação de estradas que viabilizam tanto as atividades econômicas quanto para os problemas ambientais. Já MARGULIS (2003) associa as causas dos desmatamentos à proximidade de estradas, o preço dos produtos agropecuários, a disponibilidade de crédito e também ao crescimento populacional. FEARNSIDE (2005) confirma que o desmatamento decorrente pela expeculação madereira ocorre até mesmo na ausência de uma estrada asfaltada.

Vários estudos demonstraram que o desmatamento na Amazônia Brasileira tem sido causado pela conversão de floresta, principalmente para pecuária, agricultura de corte e queima ou associada à exploração madeireira (ARIMA *et al.*, 2005; VERÍSSIMO *et al.*, 1996; FERREIRA *et al.*, 2005).

BRANDÃO JÚNIOR *et al*. (2007) concluiram que o desmatamento ao longo das estradas da região Amazônica cresce rapidamente até 50 km, estabilizando a partir

deste ponto até 200 km, apresentando uma relação exponencial crescente. Tanto as estradas, oficiais ou vicinais, como os vias navegáveis (rios ou hidrovia) com sua infra-estrutura portuária, mesmo em condições precárias, contribuem para escoamento da produção e suprimento das cidades, além de gerar acessibilidade e mobilidade aos seus moradores MACIEL (2008).

Conclui-se com este referencial téorico que apesar do grande número de pesquisas sobre a relação do desflorestamento com as estradas por meio de modelos econometricos que consideram como variáveis os focos de calor, o tamanho da estrada, os impactos ambientais e outros, constatou-se a ausência de estudos que relacionam o desflorestamento com indicadores de acessibilidades. Portanto, o presente trabalho visa estudar associação do desflorestamento dos produtores de grãos no sul do Amazonas com a acessibilidade local às suas subáreas, tentando entender se essa variável é explicativa a esse processo que vem acontecendo desde o ano 2000 no Amazonas.

Assim, no capítulo seguinte será abordada a acessibilidade, seus diversos modelos de medida e aplicações.

CAPITULO 3. INDICADORES DE ACESSIBILIDADE

3.1 Considerações iniciais

A acessibilidade vem sendo estudada desde 1859 quando Hansen propôs pela primeira vez um indicador para medida da acessibilidade. A partir daí, outros estudos foram realizados como os de INGRAM (1971), DAVIDSON (1977) e MORRI *et al*. (1979). Destacam-se os trabalhos de JONES (1981), POOLER (1995) e RAIA JUNIOR (2000), por realizarem uma evolução histórica sobre acessibilidade destacando o pioneirismo de outros autores e as diversas variações nas formulações da acessibilidade.

Muitas são as variações no entendimento e no conceito de acessibilidade, justificadas pela diversidade de estudos realizados sobre o assunto e pelas particularidades de cada pesquisa. RAIA JÚNIOR *et al*. (1997), na busca por uma generalização do tema, apresentam a acessibilidade como sendo uma medida do esforço para vencer uma separação espacial, para que o indivíduo ou grupo de indivíduos possa exercer suas atividades, fazendo uso do sistema de transporte existente, de acordo com as oportunidades apresentadas.

Nesse contexto, a seguir serão apresentados indicadores de acessibilidade, levantado na literatura, convenientemente modelados para cada situação, sofrendo os mais diversos arranjos em suas formulações com o intuito de obter o melhor desempenho das mesmas, fazendo uso dos principais componentes considerados, tais como: separação espacial, função impedância, atratividade dos destinos e ainda um elemento relativo ao comportamento dos usuários.

3.2. Indicadores de acessibilidade

Normalmente o conceito de mobilidade é confundido com o conceito de acessibilidade, principalmente quando os dois estão relacionados tão somente com a facilidade de deslocamento. No caso da acessibilidade, esta trata da oportunidade que um indivíduo, em um dado local, possui para realizar uma atividade particular ou uma série de atividades. Já a mobilidade do indivíduo ou tipo de pessoa, esta relacionada à localização espacial das oportunidades relativas ao ponto de partida do indivíduo, às

vezes em que o indivíduo está disponível para participar das atividades, assim como às vezes em que as atividades estão disponíveis.

Segundo ARRUDA (1997), o conceito de acessibilidade tem evoluído da simples proximidade física entre dois lugares (INGRAM, 1971) a até significados mais complexos, que envolvem a "*liberdade de escolha e ação de um indivíduo no sentido de tomar parte em diferentes atividades disponíveis no seu espaço comportamental"*.

Já SHIMBELL (1953) considera a acessibilidade como uma medida da relação existente entre um elemento da rede com o restante da rede. Essa relação pode ser estabelecida usando a similaridade entre a rede de transportes e a teoria dos grafos, representada por segmentos e pontos. Essa rede pode ser representada na forma de matriz n x n, sendo cada elemento correspondente a uma característica de um nó especifico da rede. Definiu a acessibilidade de um ponto como sendo a soma das distâncias deste ponto a todos os outros pontos da rede, expressa matematicamente como:

$$A_i = \Sigma^{n}_{j=1}(I_{ij}) \qquad (3.1)$$

Onde:
Ai = acessibilidade do nó i em relação a todos os outros nós da rede;
I_{ij} =a distância (o número de ligações contidas nó caminho que contenha o menor número de ligações entre i e j);
n= número de nós da rede.

Em 1958, STEWART e WARNTZ expressaram a acessibilidade em função do tamanho da população ou da quantidade de atividades como comércio na zona pela medida de separação espacial entre os nós i e j, como pode ser observada a expressão:

$$A_i = \Sigma^{n}_{j=1}\ S_j \text{ x } (S_{ij})^{-b} \qquad (3.2)$$

Onde:
Ai = acessibilidade integral da zona i em relação a todas as outras;

S_j =tamanho da população ou quantidade de atividade como comércio, na zona j;
S_{ij} = medida da separação espacial entre i e j.

HANSEN (1959) propôs a incorporação da atratividade entre zonas na medida de acessibilidade. Após as primeiras formulações modificadas obteve-se a expressão denominada Hansen Generalizada, introduzindo a função custo do deslocamento em substituição a distância. Passando a ter a seguinte fórmula:

$$A_i = \Sigma^{n}_{j=1} S_j \times (f(C_{ij})) \quad (3.3)$$

Onde :
Ai = acessibilidade integral da zona i para a atividade das zonas da área;
S_j =tamanho da população ou quantidade de atividade como comércio, na zona j;
$f(C_{ij})$ = a resistência a viagem descrita em termos de tempo de viagem ou distância entre zonas.

GARRISON (1960) e BURTON (1962) desenvolveram estudos sobre a localização relativa dos lugares destacando a análise da estrutura de sistemas viários com o uso da Teoria dos Grafos**.** Em 1971, Ingram introduziu um dos conceitos mais citados na literatura que estabelece a distinção entre *acessibilidade relativa* e *acessibilidade integral*. A *acessibilidade relativa* de uma zona i (a_i) define o seu grau de conexão com a zona j, podendo ser expressa por:

$$a_i = d_i \quad (3.4)$$

em que d_{ij}: distância entre as zonas i e j;

A *acessibilidade integral* de uma zona i (A_i) define o seu grau de conexão com todas as demais zonas da mesma região e permite uma análise das condições de equilíbrio da rede:

$$A_i = \Sigma_{(j=1,\, n)}\ a_{ij} \quad (3.5)$$

em que n é o número de zonas da região.

INGRAM (1971) generalizou a medida de SHIMBEL (1953), propondo que a simples medida de distância entre pontos seja substituída por uma função de impedância de forma curvilínea. O autor dividiu a área de estudo em zonas, calculando a acessibilidade para cada zona e introduzindo a distinção entre a acessibilidade relativa e a integral. A acessibilidade relativa seria o grau de interligação ente dois pontos, e a acessibilidade integral o grau de interligação de cada ponto com todos os outros, a acessibilidade integral de um ponto *i* seria matematicamente:

$$A_i = \Sigma_{(j=1,\, n)}\ a_{ij} \quad a_{ij} = f(C_{ij}) \tag{3.6}$$

Onde
Ai é a acessibilidade integral da *i-ésima* zona;
a*ij* é a acessibilidade relativa da zona *i* em relação a zona *j*.

DAVIDSON (1977), que propôs um índice que reflete o padrão de uso do solo através de uma medida de atratividade, bem como a qualidade de um sistema de transporte medida através da função custo de viagem:

$$A_i = \Sigma_{(j=1,\, n)}\, S_j\ f(C_{ij}) \tag{3.7}$$

Onde:
Ai: é a acessibilidade na zona i;
Sj é a medida da atratividade na zona j;
cij é a medida do custo de interação entre as zonas i e j, de tal forma que
f(cij) é a medida da impedância de viagem entre i e j.

ALLEN *et al.* (1993) desenvolveram um novo índice, o qual considera a acessibilidade como uma medida de esforço para superar a separação espacial entre dois pontos dentro de uma área. O indicador proposto permite avaliar a acessibilidade global de uma área e compará-la com a acessibilidade das demais regiões da área de estudo.

$$A'_i = \frac{1}{n-1}\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} Tij$$

$$E = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} A'_i = \frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} Tij \qquad (3.8)$$

Onde:

A'i é a acessibilidade integral normalizada;

Tij é o tempo médio entre os locais *i* e *j*;

n é o número de locais;

E é o indicador de acessibilidade global.

SANCHES (1996), em sua pesquisa, considerou como medida de atratividade das zonas o número de empregos ofertados. Este indicador apresentava a seguinte formulação matemática:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} W_j f(C_{ij})}{\sum_{j=1}^{n} W_j} \qquad (3.9)$$

Onde:

Ai: é a acessibilidade na zona i;

Wj é a medida de atratividade da zona j;

f(Cij) = exp(-βTij), com β = 0,11;

Cij é o tempo de viagem entre as zonas i e j;

n é o número de zonas.

Esse índice, apesar de desconsiderar os aspectos de demanda e oferta, assim como as características comportamentais dos usuários, segundo SALES FILHO (1998), apresenta uma grande vantagem de ser simples por levar em contar poucos dados no cálculo das impedâncias.

GUTIÉRREZ e URBANO (1996) definiram a acessibilidade como sendo a média ponderada da separação espacial de cada nó, relacionada com suas atividades econômicas por meio da rede, tomando como peso e fator de atratividade o produto interno bruto de cada região, expressa:

$$A_i = \Sigma_{(j=1,\,n)}(I_{ij} \times PIB_j) \,/\, \Sigma_{(j=1,\,n)}(PIB_j) \qquad (3.10)$$

Onde:
Ai: é a acessibilidade do nó i;
I_{ij} é impedância da rede entre os nós i e j;
PIB_j= produto interno bruto das atividades econômicas na região destino.

SALES FILHO (1998) cita também os indicadores do tipo "potencial de viagens", que abordam a possibilidade de ocorrência de viagens por parte dos indivíduos e são baseados nos tradicionais indicadores de acessibilidade e nas medidas de espaço-tempo.

PIRES e PORTUGAL (2000), tentando identificar e quantificar as condições de malha viária e compreender a ligação existente entre as regiões e a dinâmica espacial das atividades, estudaram um procedimento para avaliação dos padrões de acessibilidade em redes rodoviárias. Propuseram uma nova classificação para os indicadores de acessibilidade comumente empregados, organizando-os em três grupos vinculados ao processo de análise de desempenho de tais redes e expressas por: Oferta Viária, Interação entre Oferta Viária e Demanda de Tráfego e Aspectos Socioeconômicos.

O grupo de indicadores relacionados à oferta viária caracteriza o aspecto físico da malha viária englobando a avaliação da sua disponibilidade e de seus elementos topológicos descritos pelos graus de centralidade da região e conectividade da rede. O grupo de indicadores que associa a oferta viária incorporando aspectos da demanda de tráfego visa avaliar a suficiência da capacidade da oferta viária em relação à demanda existente. Já o grupo Aspectos Sócioeconômicos foi constituído por indicadores que

possibilitam avaliar a localização da região em relação a destinos convenientes (PIRES e PORTUGAL, 2000).

O primeiro grupo de indicadores e o segundo só diferem um do outro nos objetivos que cada um possui. Enquanto o primeiro visa medir a facilidade de circulação de pessoas e mercadorias, necessária a realização das atividades socioeconômicas. O outro pretende avaliar o grau de equilíbrio entre a oferta e a demanda.

Os indicadores do grupo exprimem a acessibilidade potencial, podendo ser expressos pela disponibilidade (ou quantidade) de oferta viária e pela configuração (ou qualidade) da malha em termos de conectividade e centralidade.

Para esse grupo foram agrupadas 3 classes de indicadores.

Indicadores de Disponibilidade: Densidade de Vias, expressa pela razão entre a extensão total das vias existentes e a área da zona.

Indicadores de Centralidade:

- Indicadores acessibilidade integral: Distância que separa as zonas, Tempo de projeto necessário ao deslocamento entre as zonas, Custo monetário para vencer uma separação espacial.
- Matriz de acessibilidade

Indicadores de Conectividade: Índices obtidos da Teoria de Grafos e Matrizes de conectividade.

Para o terceiro grupo, os indicadores visam avaliar as condições de se alcançar as atividades desejadas. Neste grupo estão incluídos os modelos gravitacionais, as medidas de Hansen e os índices de acessibilidade normalizada, conforme denominação de SALES FILHO (1996).

Os Indicadores de Centralidade recomendados são:

- modelos gravitacionais ou de Hansen;
- acessibilidade normalizada;
- medidas de utilidade;
- número de oportunidades que se pode alcançar em determinado período de tempo;
- perfis de acessibilidade;
- prismas espaço-tempo.

PIRES e PORTUGAL (2000) concluem sua pesquisa indicando a elaboração do Diagrama de Acessibilidade para avaliar cada unidade territorial individualmente com relação aos aspectos analisados. Ressaltam que os resultados podem ser representados em mapas específicos para cada aspecto, apresentando, dessa forma, a distribuição espacial dos padrões de acessibilidade para toda a região estudada.

Para CARVALHO e SILVA (2002), a acessibilidade pode ser classificada e calculada em temporal, locacional e acessibilidade as facilidades.

Relacionar a distância percorrida ao tempo generaliza as pessoas impondo limites que não têm sentido se for analisado o indivíduo. Nestes casos, o deslocamento é uma atividade meio para outras (SMALL, 1992). Quanto maior é o valor do tempo, menos tempo as pessoas querem perder com atividades que não lhe trazem algum acréscimo. Por estes fatores o tempo gasto com o acesso deve ser mensurado independente da distância percorrida. Pois ele deve ser considerado como um fator positivo ou negativo para o acesso do usuário ao ponto de ônibus.

Acessibilidade Locacional - está relacionada com a distância a ser percorrida pelas pessoas para acessar o ponto de parada. As distâncias para instalação de pontos de parada para que os usuários acessem o S.T.C. são calculadas por círculos concêntricos com raio (chamado de distância ótima).

As facilidades são as ausências de dificuldades ou obstáculos (FERREIRA, ANJOS *et al.*, 1999). São todos os elementos que facilitam ou deveriam existir para

facilitar o acesso do usuário na primeira etapa da cadeia de transporte. Quando se começa a discutir o que são facilidades, não se podem esquecer os princípios do Desenho Universal. Desenho Universal é o desenho de produtos e ambientes para serem utilizáveis por todas as pessoas, no limite do possível, sem a necessidade de adaptação ou desenho especializado.

HENRIQUES (2004) verificou que à medida que o movimento se torna menos caro, em termos de tempo ou custo, entre dois locais, a acessibilidade entre eles cresce, ou seja, a propensão de interação entre dois lugares cresce na medida em que o custo de movimentação entre eles diminui.

No entender de HENRIQUES (2004) tanto a facilidade de movimentação entre lugares, quanto a atratividade desses lugares estariam expressas na acessibilidade.

O trabalho de GEURS e WEE (2004) conceitua acessibilidade como um indicador do impacto do desenvolvimento e das políticas relativas ao uso do solo e transporte, gerando a oportunidade de participação em atividades em locais distintos. Os autores identificam quatro componentes da acessibilidade:

a) Uso do solo: constitui a quantidade, qualidade e distribuição espacial de oportunidades e a demanda relativa a essas oportunidades; e o confronto entre a necessidade e a demanda;

b) Transporte*:* expressa a dificuldade do usuário para cobrir a distância entre a origem e o destino utilizando um modo de transporte específico;

c) Temporal: consiste na disponibilidade de oportunidades em diferentes momentos do dia e o tempo disponível para a participação em certas atividades, como, por exemplo, trabalho e lazer;

d) Individual*:* reflete as necessidades, habilidades e oportunidades, influenciando o nível de acesso do usuário aos modos de transporte.

LEMOS (2004) apresenta em sua revisão bibliográfica uma classificação dos indicadores de acessibilidade em sete medidas: separação espacial, oferta do sistema de transporte, contorno, gravitacional, custo de viagem, microeconômicas e espaço-tempo.

Separação espacial - os principais indicadores que refletem as características da separação espacial são distância, custo, custo generalizado etc. Conforme Lemos (2004) há duas abordagens para essa medida. A primeira baseada na teoria dos grafos e a segunda no tempo ou custo generalizado, conhecidas por medidas de Ingram, definida como acessibilidade relativa e integral. As medidas de grafos possuem a vantagem da simplicidade de cálculo por considera apenas as distancias entre os pontos. Por outro lado, as medidas de Ingram não possuem as limitações conceituais da primeira.

Oferta do sistema de transporte – expressa a facilidade de deslocamento proporcionada pelo sistema de transporte, tanto devido a malha rodoviária quanto a engenharia de trafego. Os indicadores mais empregados consistem em: frota, número de estações, assentos, freqüência do sistema, número de linhas, número de veículos em operação, capacidade dos veículos etc. (JANUÁRIO, 1995, SALES FILHO, 1996 e RAIA JÚNIOR, 2000).

Para RAIA JÚNIOR (2000), a relação entre o uso do solo e o transporte é a acessibilidade, sendo que essa está relacionada à facilidade de movimento entre lugares. Quanto menor o custo financeiro despendido para a realização desse movimento, maior a acessibilidade.

Contorno – representa graficamente os contornos de uma zona, por meio de isócrona, expressando os números de oportunidades relacionadas a um determinado tipo de atividade.

Gravitacional – são derivadas do modelo gravitacional de Newton e interage o efeito combinado da distribuição espacial das oportunidades com as dificuldades impostas pelo sistema de transporte para atingi-las. Exemplo é associação entre os efeitos do

sistema de transporte e o uso do solo, que nos indicadores de medidas de contorno são vistos separadamente. A notação mais usada é expressa como:

$$A_i = \sum_{J=1}^{n} B_j \int(C_{ij}) \qquad (3.11)$$

Sendo A_i= índice de acessibilidade da zona ou setor i (em relação a uma determinada atividade ou variável socioeconômica);

B_j= atratividade das oportunidades existentes na zona ou setor j (referentes a uma determinada atividade ou variável socioeconômica, por exemplo, empregos, população residente etc.);

C_{ij}= medidas de separação espacial entre as zonas ou setores i e j (em tempo, distância, custo generalizado etc.);

$\int(C_{ij})$ = função de impedância entre as zonas ou setores i e j, derivada empiricamente de modo a refletir o efeito, em toda a área, produzida pela separação espacial no intercambio de viagens entre zonas;

n= total de zonas ou setores da região em estudo.

Custo de viagem – indica o custo médio do transporte, em tempo ou custo generalizado. Podem ser classificados em indicadores para viagens observadas e viagens previstas.

Indicadores para viagens observadas:

$$I_i = \frac{\sum_j c_{ij}\ T_{ij}}{\sum_j T_{ij}} \qquad (3.12)$$

Sendo I_i= inacessibilidade (ou custo médio do transporte) da zona i;

c_{ij} = custo da viagem da zona i para zona j;

T_{ij} = número de viagens de i para j.

Indicadores para viagens previstas:

$$I_i = \sum_j c_{ij}\ P_{ij} \qquad (3.13)$$

Sendo I_i= inacessibilidade (ou custo médio do transporte) da zona i;

c_{ij} = custo da viagem da zona i para zona j;
P_{ij} = probabilidade de uma viagem se realizar da zona i para j (calculada o pelo modelo gravitacional ou de oportunidade de intervenientes).

Microeconômicas – essa medida consiste em expressa o valor que o passageiro está disposto a pagar por viagem. Duas abordagens são identificadas. Uma referente ao uso do solo, em que são considerados como medidas de acessibilidade diferenciadas em alugueis, salários, valor dos imóveis. E a outra ao comportamento da viagem.

Para SALES FILHO (1996) e LEMOS (2004), os principais obstáculos para o cálculo dessa acessibilidade são as limitações na obtenção do grande volume de dados e a isolação do efeito de outros fatores que interferem no valor de alugueis ou preços de imóveis, envolvendo aspectos subjetivos, sociais e outros.

Espaço-tempo – representa duas (distancia linear e tempo) ou três dimensões, representando o raio de ação espaço temporal de um individuo, ao longo de um período de 24 horas, levando em conta simultaneamente as restrições impostas pela localização e horário de atividades pré-estabelecidas.

MAGALHÃES (2004) determinou a acessibilidade do domicilio ao local de trabalho dentro do aglomerado urbano formado pelos municípios de Teresina (PI) e Timon (MA), usando a técnica de Regressão Logística Multinível, a qual propicia uma análise simultânea e eficiente da importância relativa de aspectos contextuais ambientais e das características socioeconômicas e demográficas dos domicílios sobre as condições de acessibilidade espacial ao local de trabalho.

As principais fontes de dados utilizadas foram: o Censo Demográfico de 2000 (IBGE) e a Pesquisa Domiciliar de Origem e Destino (OD), realizada naquela região, em 1998. Com base no conhecimento local, foram definidas 63 unidades espaciais, denominadas Zonas de Tráfego (ZT), visando a análise de características contextuais ambientais, no modelo estatístico proposto adiante. Os efeitos de renda e de composição

do domicílio constituíram as principais características que interagem com a acessibilidade ao local de trabalho (*commuting*), na escolha da localização residencial.

SOHN (2006), em seu estudo para cálculo da aproximação da acessibilidade nas rodovias de Malryland nos EUA, empregou a seguinte expressão:

$$A_i = 4 \times \left[\alpha \frac{P_i}{\sum_{k=1}^{24} P_k} \sum_{j=1}^{23} \left(\frac{P_j}{\sum_{k=1}^{24} P_k} \frac{d_{ij}^{-\beta}}{\sum_{k=1}^{24} d_{ik^*}^{-\beta}} \right) + (1-\alpha) \frac{P_i}{\sum_{k=1}^{24} P_k} \sum_{j=1}^{23} \left(\frac{P_j}{\sum_{k=1}^{24} P_k} \frac{t_{ij}}{\sum_{k=1}^{24} t_{ik^*}} \right) \right] \quad (i \neq j) \qquad (3.14)$$

A_i= acessibilidade ao condado i;
α = fator (0< α< 1);
P_{ij} = população do condado i(j);
d_{ij} = comprimento da rodovia entre os condados;
dij* = distância inicial da rodovia entre os condados;
β = 0,446632 (obtida empiricamente);

t_{ij}= média do tráfico entre i e j $t_{ij} = \frac{\sum_{m=1}^{n} \mathrm{AADT}_m d_m}{d_{ij}}$,

AADT $_m$ = média anual diária de trafico no segmento m;
d_m = distância do segmento m.

Obteve com resultados os seguintes mapas de acessibilidade para região de Maryland:

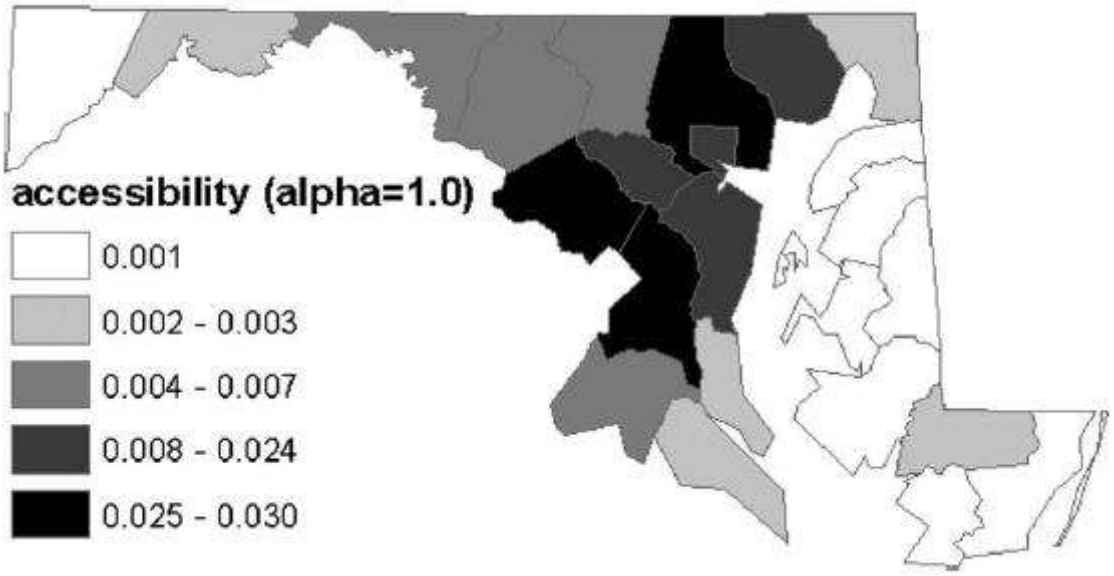


Figura 3.1: Níveis de acessibilidade para os condados de Maryland para α=1
Fonte: SOHN (2006)

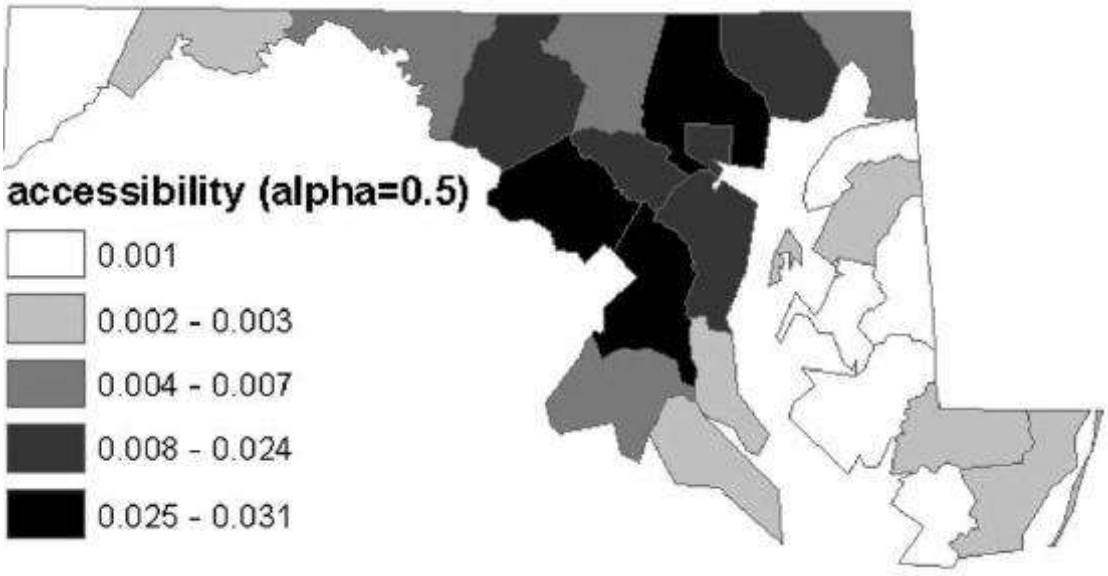


Figura 3.2: Níveis de acessibilidade obtidos para os condados de Maryland para α=0,5
Fonte: SOHN (2006)

3.3 Considerações finais

Por meio da pesquisa bibliográfica conseguiu-se identificar diversos estudos que discutem a relação da acessibilidade ao sistema de transporte com a qualidade dos seus serviços, com o transporte de cargas e com o processo de planejamento e

desenvolvimento urbano. Além disso, constatou-se que a literatura é vasta sobre a definição de indicadores, seus tipos de indicadores de acessibilidade e os modelos de acessibilidade.

Constatou-se uma multiplicidade de modelos e parâmetros considerados no cálculo da acessibilidade. São modelos simples, como afirma FERRAZ (1999) apud RAIA JÚNIOR (2000), que consideram a acessibilidade relacionada com a distância que os usuários necessitam atingir visando usar o transporte na realização de uma viagem. Modelos mais abrangentes, complexos e sofisticados, como SOHN (2006) levam em consideração às vairáveis população da região, o comprimento da rodovia entre os municípios e a média do tráfico entre os municípios. DAVIDSON (1999) afirma que localidades mais acessíveis tendem a serem mais atrativas do que as menos acessíveis e, portanto, com m^2 do solo mais valorizado. Observou-se ainda, para o sistema de transporte, a inexistência de indicadores de acessibilidade correlacionados com o desflorestamento.

Dessa maneira, pode-se conceituar um indicador como sendo uma medida que representa uma característica, um atributo, uma medida numérica de evento ou de uma relação entre dois eventos seja por uma qualidade ou atributo de um fenômeno observado. Que a acessibilidade apresenta inúmeras terminologias, mas que pode ser definida como o grau de próximidade entre regiões ou localidades. Que a seleção de indicadores de acessibilidade é uma tarefa delicada por apresentar vários parâmetros. Observa-se também a importância da confiabilidade dos dados para seu cálculo e a inteligibilidade para que fosse assegurada a sua transparência e normalidade.

Com relação a apresentação dos indicadores de acessibilidade e de desflorestamento da área de estudo, será empregada como ferramenta computacional o SIG. Esta ferramenta permite a manipulação, a alteração, e adição de informações de maneira rápida, além de propiciar a visualização por meio de gráficos temáticos. No próximo capítulo será abordada aplicação do SIG a acessibilidade de transportes.

CAPITULO 4. O SIG E SUA APLICAÇÃO A ACESSIBILIDADE

4.1 Considerações iniciais

Conceitualmente um SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) é definido por um conjunto de *hardware*, *software*, dados geográficos e recurso humano que os integram em uma função de mapeamento e gerenciamento de banco de dados, com o objetivo de capturar, analisar, armazenar, atualizar, manipular e visualizar qualquer informação geograficamente referenciada (ROSE, 2001).

Uma característica básica e ao mesmo tempo geral num SIG é sua capacidade de tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos. Denota-se por topologia a estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre objetos geográficos. Armazenar a topologia de um mapa é uma das características básicas que fazem um SIG se distinguirem de outros sistemas.

Com o seu avanço industrial e comercial, os fenômenos que ocorrem no espaço, seja ele urbano ou rural, passaram a ser compreendidos com maior facilidade por meio dessa ferramenta, tornando possível avaliar cenários geográficos com rapidez e tornar mais ágil as tomadas de decisão tanto em nível governamental como no gerenciamento de uma empresa.

Essa ferramenta permite a visualização espacial das variáveis que explicam tais fenômenos. Para tanto, como afirma CÂMARA *et al*. (2002), esse sistema necessita de um banco de dados e uma base geográfica para que ele possa conceber um mapa que represente o fenômeno no qual se quer entender.

É aplicado nas áreas como planejamento urbano, geografia, meio ambiente, estatística, florestal, pesquisa operacional, engenharias, cartografia, arquitetura e urbanismo, transportes, entre outros. Pode ser usado para agilizar a tomada de decisões nessas áreas, reduzindo assim tempos e custos em tarefas sistemáticas e facilitar as possibilidades de analise mediante combinação das variáveis.

A ferramenta SIG para fins de aplicação no campo da Engenharia de Transportes é denominada de Sistemas de Informação Geográfica aplicados ao Transporte (SIG-T). Nassi (2001) considera o SIG-T como uma ferramenta de grande utilidade para tomadas de decisões em planejamento dos transportes e engenharia.

4.2 Componentes do SIG e princípios

O SIG oferece uma visão do ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica. Para cada objeto geográfico, o SIG necessita armazenar seus atributos e as várias representações gráficas associadas. Os principais componentes do SIG são:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de consulta e análise espacial;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

A Figura 4.1 indica o relacionamento dos principais componentes ou subsistemas de um SIG. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas citados devem estar presentes num SIG.

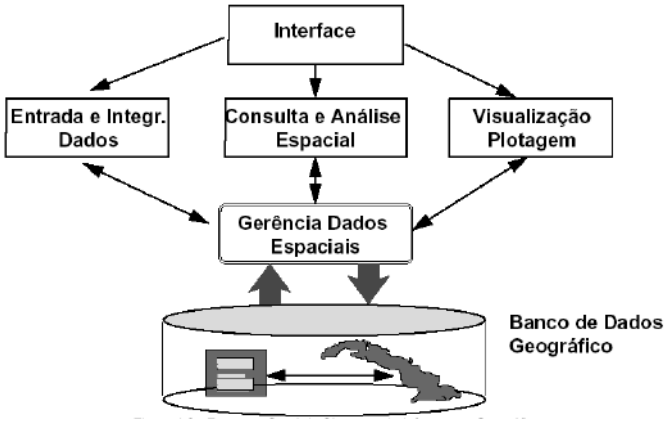


Figura 4.1 : Estrutura geral de Sistemas de Informação Geográfica (SIG)
Fonte: CÂMARA *et al*. (2002)

JANUÁRIO (1995) considera que o SIG possui apenas 4 (quatro) componentes básicos: a base de dados, o hardware, o software e o sistema organizacional. A base de dados é composta pelos atributos gráficos e não-gráficos. O hardware é formado pelo processador, sistema operacional e etc. O software é o conjunto de programas destinados a criar, manipular, transformar e armazenar a base de dados. O sistema organizacional é uma parte de um sistema de informação que engloba também o sistema computacional.

A atual geração de GIS configura uma tecnologia estabelecida para armazenar, organizar, recuperar e modificar informações sobre a distribuição espacial de recursos naturais, dados geo-demográficos, redes de utilidade pública e muitos outros tipos de dados localizáveis na superfície da terra.

Por muitos anos tecnologia de Geoprocessamento enfatizou a representação de fenômenos espaciais no computador de forma estática. Isto se deve ao fato de que a principal abstração utilizada em Sistemas de Informações Geográficas (GIS) é o mapa.

No entanto, um significativo conjunto de fenômenos espaciais, tais como escoamento de água da chuva, planejamento urbano e desflorestamento, entre outros, são inerentemente dinâmicos e as representações estáticas comumente utilizadas em GIS não os capturam de forma adequada.

Assim nesta área, um dos principais desafios para os próximos anos é transformar estes sistemas, essencialmente estáticos, em ferramentas capazes de prover representações realistas de processos espaço-temporais. A modelagem de grande quantidade de processos físicos, em aplicações como Geomorfologia, Estudos Climáticos, Dinâmica Populacional e Impacto Ambiental, requer que os GIS tenham capacidade de representar os tipos de processos dinâmicos.

Neste contexto, a Modelagem Dinâmica (BURROUGH, 1998) procura transcender as limitações atuais da tecnologia de Geoprocessamento, fortemente baseada numa visão estática, bidimensional do mundo. O objetivo dos modelos

dinâmicos em GIS é realizar a simulação numérica de processos dependentes do tempo, como nos modelos hidrológicos, que simulam o fluxo e transporte de água. Na definição de Burrough, "um modelo espacial dinâmico é uma representação matemática de um processo do mundo real em que uma localização na superfície terrestre muda em resposta a variações nas forças dirigidas".

Tipicamente, GIS são desenvolvidos a partir de suposições pré-estabelecidas quanto a homogeneidade, uniformidade e universalidade das propriedades de seus principais componentes, que incluem o espaço e as relações espaciais, o tempo e o modelo matemático que descreve o fenômeno. Entretanto, para modelar processos dinâmicos em GIS com o nível necessário de realismo, estas suposições rígidas têm que ser flexibilizadas de tal forma que o sistema seja capaz de representar (COUCLELIS, 1997).

Na figura 4.2 estão representados os requisitos mencionados anteriormente. A regularidade do espaço diz respeito a forma como ele é distribuído e pode ser regular, isto é, divido em parte iguais, ou irregular, distribuído de forma diferenciada.

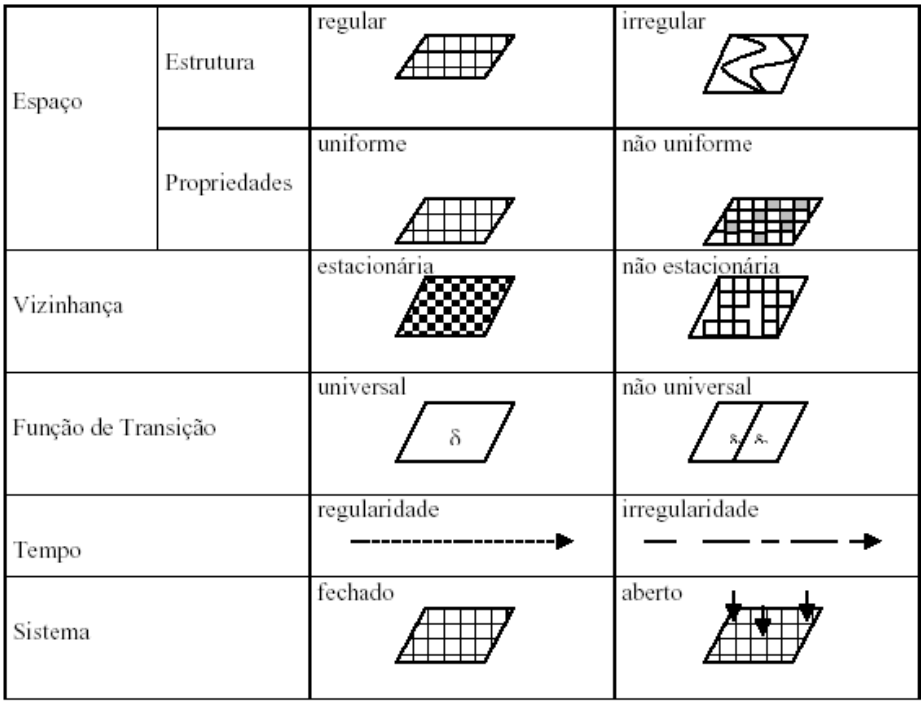


Figura 4.2: Requisitos para modelagem dinâmica em GIS (COUCLELIS, 1997).

As vizinhanças, que realmente são concebidas como tendo a mesma configuração para todo ponto no espaço, deve superar esta estacionaridade e poder ser representada com diferentes configurações em diferentes pontos do espaço. Por exemplo, em determinado ponto uma célula pode ter vizinhança 4 e em outro vizinhança 8. O sistema deve permitir que mais de uma função de transição possa ser aplicada, permitir que o tempo seja representado em intervalos variáveis (meses, anos) e suportar a inclusão de variáveis externas.

Para implementar sistemas espaciais dinâmicos com as características mencionadas acima, alguns princípios básicos relativos aos principais elementos destes sistemas devem ser considerados. Entre estes elementos destacam-se a questão da representação do espaço e do tempo, o modelo dinâmico a ser utilizado para a representação do fenômeno espacial e a abordagem computacional para implementar estes princípios de forma integrada e consistente. Nas seções seguintes, discutiremos cada um destes elementos.

Em muitos fenômenos geográficos, os objetos estabelecem relações entre si que independem das relações espaciais típicas como as relações topológicas, direcionais e de distância. Estes fenômenos geralmente incluem relações como fluxo de pessoas ou materiais, conexões funcionais de influência, comunicação e acessibilidade, entre outras (COUCLELIS, 1999).

Os SIGs são representados de forma matricial ou vetorial. Na forma matricial, o espaço é dividido em células formadas por linhas horizontais e verticais na forma de grade, sendo que cada célula é identificada pelo número da coluna e da linha. Já na forma vetorial, as células são armazenadas por meio de pontos, linhas, polígonos e atributos (JANUARIO, 1995).

Espaço

SANTOS (1996) faz distinção entre espaço e considera que ele pode ser do tipo absoluto e relativo como o “espaço dos fixos” e o “espaço dos fluxos”. As

representações computacionais, traduzem estes conceitos como a distinção entre as representações associadas a recobrimentos planares (mapas de polígonos e matrizes) e representações associadas a conectividade (grafos).

Tempo

Conceitualmente, pode-se representar o tempo através de diferentes estruturas, definidas, principalmente, com base em três aspectos da representação temporal: granularidade, variação e ordem no tempo (Figura 4.3).

Figura 4.3: Diferentes aspectos da representação temporal

A ordem temporal refere-se como o tempo ocorre. Neste caso, Pedrosa e Câmara (2002) consideram que o tempo ocorre de forma linear, ramificada ou cíclica. No tempo linear o tempo ocorre seqüencialmente, isto é, existe uma ordem de precedência entre os pontos no tempo, de tal forma que cada ponto tenha apenas um sucessor e um antecessor. No tempo ramificado múltiplos pontos podem ser os sucessores ou antecessores imediatos de um mesmo ponto. Já o tempo cíclico é usado para modelar eventos e processos recorrentes (EDELWEISS E OLIVEIRA, 1994).

PEDROSA e CÂMARA (2002) afirmam que a variação temporal se dá de dois modos: contínuo e discreto. Uma variável temporal é considerada contínua quando demandam medidas de tempo com níveis arbitrários de precisão. Por exemplo, a expansão da área de desmatamento de uma floresta entre dois instantes de tempo medidos pode ser interpolada. A Figura 4.4 apresenta mapas de uma área desmatada em

dois instantes t e t'. Quando necessário, pode-se gerar um novo mapa para representar a área desmatada entre os instantes t e t' porque este processo é contínuo no tempo.

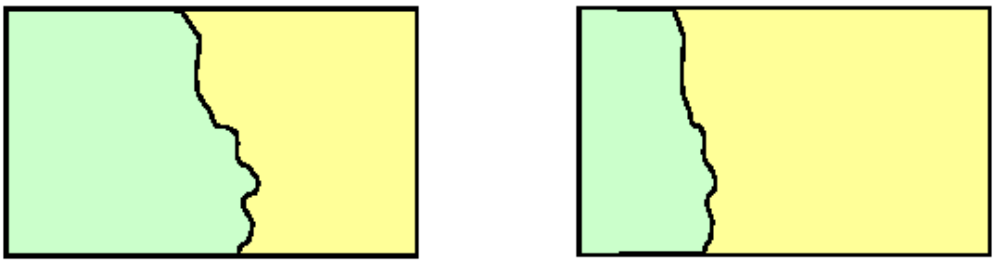


Figura 4.4: Área Desmatada da floresta em dois instantes t e t' (PEDROSA e CÂMARA, 2002).

Conforme EDELWEISS e OLIVEIRA (1994), outro conceito está também associado ao conceito de variação temporal discreta, *Chronos*. Um *chronon* é a menor duração de tempo suportada por um sistema e pode variar em diferentes aplicações. A granularidade temporal de um sistema está diretamente relacionada com a duração de um *chronon*. As diferentes granularidades de um sistema temporal conduzem à definição de instante e intervalo de tempo. Um instante de tempo representa um ponto particular no tempo, um intervalo é o tempo decorrido entre dois instantes e um período consiste de uma seqüência de intervalos de tempo.

Em sistemas computacionais, representa-se o tempo em pelo menos duas dimensões: tempo válido (valid *time*) - corresponde ao tempo em que um evento ocorre no domínio da aplicação. Tempo de transação (*transaction time*) – corresponde ao tempo em que transações acontecem dentro do sistema de informação (WORBOYS, 1995).

Adicionalmente, existe o conceito de "tempo definido pelo usuário", consistindo de propriedades definidas explicitamente pelos usuários em um domínio temporal e manipuladas pelo programa de aplicação (EDELWEISS e OLIVEIRA, 1994).

Em modelos de regressão a dimensão temporal é considerada, mas a distribuição espacial do fenômeno não é abordada, limitação esta que pode ser superada se o modelo

for combinado com GIS. Outra limitação deste modelo é que ele se aplica apenas a processos estacionários (LAMBIN, 1994).

Um exemplo de modelo de regressão é o implementado por REIS e MARGULIS (1991) para modelar o desmatamento da Amazônia em função da densidade espacial das atividades econômicas da região. Neste modelo, num primeiro estágio, áreas desmatadas são relacionadas com a densidade populacional, áreas cultivadas, distância de centros urbanos e proximidade de rodovias, entre outras variáveis. Num segundo estágio, o modelo relaciona o crescimento de determinadas atividades (colonização, cultivo, pecuária) entre 1980 e 1985 com a densidade destas atividades em 1980, obtendo assim o padrão de crescimento espacial de cada atividade. Então, partindo da suposição de que este padrão espacial de crescimento irá se manter no futuro, o modelo faz projeções sobre a tendência de desmatamento para o período de 1985-2000 (LAMBIN, 1994).

Os fenômenos do mundo real podem ser representados por diversos tipos de dados, que são: **dados temáticos** (por ex: tipos de solo), **dados cadastrais** (por ex: cadastro urbano e rural), **dados de redes** (por ex: rede de esgoto e logradouros), **dados de modelos numéricos** (por ex: dados geofísicos e topográficos) e **dados do tipo imagens** (por ex: foto aérea e de satélite). Estes dados estão cartografados nos respectivos tipos de mapas, portanto cabem algumas definições do que são mapas e suas tipologias.

Normalmente, encontram-se nos mapas limites pré-estabelecidos, muitas vezes arbitrários, dividindo o espaço geográfico. Estas linhas podem representar limites como:

- Divisão política e
- Separação entre tipos de solo;

Veja a seguir a relação de tipos de mapas existentes que representam os diversos fenômenos do mundo real.

4.3 Tipos de Mapas

Os mapas temáticos são a representação de temas que pode ser topográfico, geográfico ou hidrográfico, de sínteses de pesquisas e estudos geográficos e de outros temas. Podem ser agrícolas, estatísticos, climáticos, de endemias, etnográficos, políticos, de uso da terra, de vegetação etc.

Dados temáticos descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa, como os mapas de pedologia e a aptidão agrícola de uma região. Estes dados, obtidos a partir de levantamento de campo, são inseridos no sistema por digitalização ou, de forma mais automatizada, a partir de classificação de imagens.

Mapas temáticos medem, no espaço de atributos, valores **nominais** e **ordinais**. Os valores nominais (lista de valores) representam classes de um mapa temático, como por exemplo, um **mapa de vegetação**. No caso de valores ordinais, as classes do mapa representam intervalos (escala) de valores, como por exemplo, as classes de um **mapa de declividade** (0 a 5% - 5 a 10%, etc).

Para permitir uma representação e análise mais acurada do espaço geográfico, a maior parte dos sistemas armazena estes tipos de mapas na forma vetorial (*pontos, linhas* ou *polígonos*). A topologia construída é do tipo *arco-nó-região*: arcos se conectam entre si através de nós (pontos inicial e final) e arcos que circundam uma área definem um polígono (região).

Um mapa temático pode também ser armazenado no formato matricial ("raster"). Neste caso, a área correspondente ao mapa é dividida em células de tamanho fixo. Cada célula terá um valor qualitativo correspondente ao tema naquela localização espacial.

Mapas de redes

Mapas de redes também tratam de objetos, porém as informações gráficas são armazenadas em coordenadas vetoriais, com *topologia **arco-nó***: os atributos de arcos incluem o sentido de fluxo e os atributos dos nós sua impedância (custo de

percorrimento). A topologia de redes constitui um *grafo*, que armazena informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas, como ilustra a Figura 4.4.

Este tipo de dado é muito utilizado em serviços de utilidade pública, como água, luz, telefone, redes de drenagem (bacias hidrográficas) e rodovias, que possuem uma localização geográfica bem definida e atributos descritivos, presentes no banco de dados. Além disso, outros fatores como *integração de dados*, *segmentação dinâmica*, *linguagem de visualização* e *capacidade de adaptação*, merecem destaques.

Mapas numéricos

O termo modelo numérico de terreno (ou MNT) é utilizado para denotar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço. Comumente associados à altimetria, também podem ser utilizados para modelar unidades geológicas, como teor de minerais, ou propriedades do solo ou subsolo, como aeromagnetismo.

O processo de aquisição de uma grandeza com variação espacial produz usualmente um conjunto de amostras pontuais. A partir destas amostras, podem-se construir dois tipos de representação.

a) *grades regulares*: matriz de elementos com espaçamento fixo, onde é associado o valor estimado da grandeza na posição geográfica de cada ponto da grade. As grades regulares são obtidas por interpolação das amostras ou, alternativamente, geradas por restituidores com saída digital.

b) *grades triangulares*: a grade é formada por conexão entre amostras, utilizando a triangulação de Delaunay (sujeita a restrições). A grade triangular é uma estrutura topológica vetorial do tipo arco-nó, que forma um conjunto de recortes irregulares no espaço.

Imagens

Obtidas por satélites, fotografias aéreas ou "scanners" aerotransportados, as imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. Armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem (denominado "**pixel**") tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente.

Características importantes de imagens de satélite são: o número de bandas imageadas no espectro eletromagnético (*resolução espectral*), a área da superfície terrestre observada instantaneamente por cada sensor (*resolução espacial*) e o intervalo entre duas passagens do satélite pelo mesmo ponto (*resolução temporal*).

4.4 Aplicações da análise espacial com o SIG

Conforme se pode observar, a capacidade de armazenamento e de associação da informação ao espaço geográfico através de um SIG torna a análise espacial uma ferramenta de grande auxílio aos planejadores e tomadores de decisão. Isto pode ser observado nos exemplos de aplicação apresentados a seguir.

Na área de transporte evidencia-se a utilização de SIG como ferramenta de auxilio para diferentes tipos de problemas: gerência de pavimentos, transporte coletivo, rodoviário e de carga, engenharia do tráfego, localização de facilidades e planejamento de transportes (MENESES, 2003).

A análise espacial em muitos casos não se verifica, por se tratar apenas de uma informação associada a uma rede ou um espaço territorial. Porém, já existem alguns trabalhos em se procura verificar uma correlação entre o valor do dado e sua localização no espaço geográfico.

Como exemplo de aplicação do SIG na análise espacial num projeto de planejamento de transportes tem-se o plano de transportes na cidade de Bauru - São Paulo (RAIA JÚNIOR, 2000). Neste trabalho o objetivo era desenvolver modelos destinados a estimar potenciais viagens urbanas que integrem por um lado o aspecto da

acessibilidade e por outro o impacto da mobilidade. Um dos objetivos específicos era incorporar dados de natureza espacial a uma pesquisa origem destino, utilizando recursos de um Sistema de Informações Geográficas. Os passos seguidos foram: utilização e tratamento dos dados de uma pesquisa O-D, uma análise preliminar do padrão de viagens observado, a criação do banco de dados em SIG, cálculo da acessibilidade e desenvolvimento de modelos de potencial de viagens.

Um dos *softwares* utilizado foi o TRANSCAD e a base de dados da cidade foi construída com o mesmo software, composta por diversos tipos de feições: eixos de ruas, quadras, nomes de ruas, número das quadras, trajetos de linhas de ônibus, zonas de tráfego, rios e córregos, traçados ferroviários, etc.

Para se ter uma visão espacial dos dados, inicialmente foram produzidos mapas temáticos considerando as variáveis individualmente e, ato contínuo, construiu-se os mapas temáticos das variáveis agregadas por zonas de tráfego. O primeiro passo foi a criação de um mapa temático abordando o número de pessoas por família. Posteriormente, foi criado o mapa temático da renda familiar individual, do tamanho médio de família por zona, da renda média familiar por zona e a acessibilidade média por zona .

4.5 Software

Atualmente, há uma variedade de SIGs disponíveis para as mais diversas aplicações, desde *software*s completos, com funções para captura, armazenamento, tratamento, visualização e análise de dados, até software com funcionalidade restrita a visualização e análise simplificada de dados. Normalmente os fabricantes fornecem uma família de produto que engloba desde os produtos mais simples (usualmente designados por *business mapping)* até os mais completos (*professional GIS*).

Recentemente os fabricantes têm também ofertado módulos de desenvolvimento, bibliotecas de objetos que podem ser incorporados às aplicações desenvolvidas em linguagens com C++, Visual Basic e Delphi, oferecendo recursos e funções de SIGs. No

quadro 4.1, apresentam-se alguns fabricantes de SIGs, o produto principal, módulo de desenvolvimento e os módulos com modelos de PO.

Quadro 4.1: Fabricantes de SIGS e seus respectivos principais produtos

Fabricante	**Produto Principal**	**Modulo de desenvolvimento**	**Modelos de PO**
Caliper	Maptitude Transcad	GISDK	Transcad
ESRI	ArcInfo	MapObjets	Arc Network NetEngine RouteXpert
IDRISI Project	IDRIS		Diversas funções para análise espacial de dados
Intergraph	MGE		GeoMedia Network MGE Net Analyst
MapInfo	MapInfo	MapX	

4.5.1 ArcGis

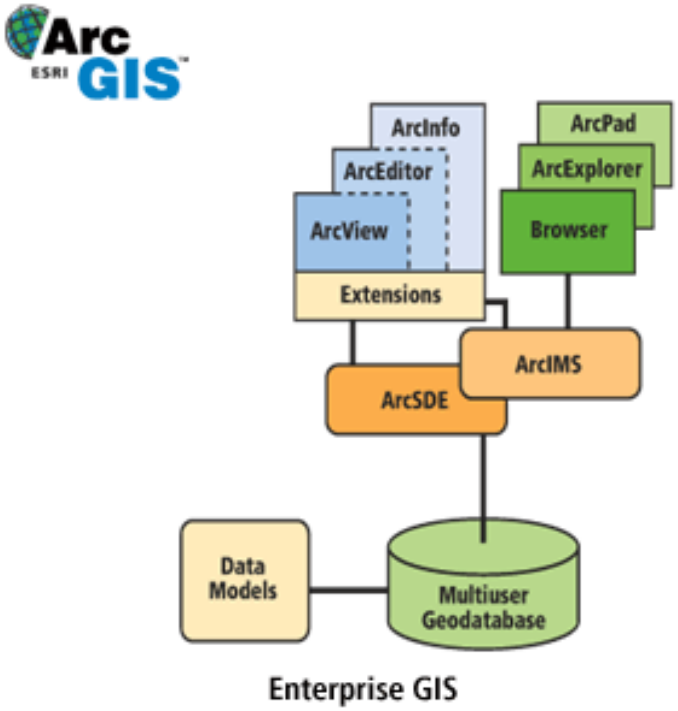


Figura 4.5: Estrutura dos 3 componentes fundamentais do ArcGis (Tutorial ArcGis, 2007).

É um SIG que consta de 3 (três) componentes fundamentais:

ArcGIS Desktop. É o nome coletivo dado para três produtos: ArcView, ArcEditor e ArcInfo que se apresentam e trabalham da mesma maneira (arquitetura comum). Eles diferem somente na quantidade de funções disponíveis. ArcInfo tem mais funções do que ArcEditor e ArcEditor mais do que ArcView.

ArcSDE. Servidor de dados referenciados que disponibiliza interface para gerenciamento de BD relacionais. É o *Gateway* do GIS que facilita o controle dos "*spatial data*" em um sistema de gerenciamento de base de dados (*database*) além de permitir o controle de informações em 4 tipos de base de dados (*database*) comerciais.: IBM DB2, Informix, Microsoft SQL Server e Oracle. Podendo fornecer dados ESRI através do ArcSDE para "*coverages*". O ArcSDE pode fornecer "*spatial data*" para o ArcGIS Desktop (ArcView, ArcEditor e ArcInfo) e ArcIMS, além de ser um componente chave no gerenciamentos de dados ("*spatial data*") entre múltiplos usuários (*multi-user*).

ArcIMS. Software GIS ambientado para Internet, usado para distribuição de dados geográficos e de serviços via Internet. A distribuição de informação geográfica via *Internet* permite a integração em tempo real de dados procedentes de qualquer parte do mundo. O ArcIMS é a solução que oferece uma plataforma comum para este intercâmbio. Com o ArcIMS você pode ter acesso à recursos na *World Wide Web* para uma melhor escolha de decisões.

4.6 Análise espacial

Entender de que forma esses dados se organizam no espaço e quais as relações existentes entre eles, constituem os princípios básicos da Análise Espacial. Segundo TEIXEIRA (2003), pode-se definir a análise espacial como sendo um processo de apresentação, manipulação, análise, inferência e estimação de dados espaciais, a fim de permitir sua caracterização no espaço em função de um determinado sistema de coordenadas que podem ser absoluta ou relativa (CÂMARA *et al.*, 2001a). TEIXEIRA

(2003) considera importante a posição que os dados ocupam no espaço. Em particular nesse tipo de análise, sendo em geral as características das entidades espaciais divididas em dados locacionais, que dizem respeito exclusivamente à sua posição no espaço, e dados de atributos, que especificam as características não-espaciais.

CHOU (1997) *apud* HENRIQUES (2004) considera como dados espaciais todos aqueles que possam ser representados na forma de mapa. Este tipo de análise permite estabelecer relações de influências entre os dados ou mesmo estimar relações de causa-efeito (TEIXEIRA, 2003).

A prática comum dos profissionais de transporte ainda tem se limitado à utilização apenas das formas mais simples de análises espaciais, como a visualização de mapas temáticos, quando já existe um conjunto poderoso de técnicas, denominado Estatística Espacial, que permite estabelecer critérios quantitativos de agrupamento e dispersão de dados espaciais, determinar o grau de dependência espacial entre as observações e modelar a forma como essa dependência se manifesta, sendo estas técnicas de fundamental importância para a compreensão do comportamento dos fenômenos de transportes, devido ao seu caráter eminentemente espacial.

Um das técnicas quem vem sendo usada para estabelecer e determinar o grau de correlação dos dados espaciais é as ferramentas de análise espacial proposta por ANSELIN (1992) e que consiste no agrupamento das ferramentas em quatro tipos diferentes. As ferramentas de seleção englobam os mecanismos de consulta a banco de dados por meio de amostragem ou agrupamento dos dados analisados, a apresentação destes em mapas temáticos e a sua sumarização por meio de estatísticas descritivas, métodos gráficos e numéricos.

As ferramentas de análise exploratória em áreas destinam-se à descrição dos fenômenos espaciais com o objetivo de ajudar a compreender melhor o comportamento dos dados analisados e a desenvolver hipóteses e modelos sobre o fenômeno estudado. Algumas delas são apresentadas a seguir.

4.6.1 Visualização de Dados

Segundo QUEIROZ (2003), a visualização dos dados consiste na apresentação da distribuição dos atributos por área em mapas temáticos, sendo essa a maneira mais simples de análise exploratória. Por meio da análise de mapas temáticos consegue-se verificar como cada um dos atributos influencia os demais e também estimar relações de causa e efeito entre eles, além de permitir a identificação de valores extremos.

HENRIQUES (2004) considera que na "análise visual dos dados, deve-se considerar a construção de diversos mapas variando-se os limites e a quantidade de classe de forma a se obter uma visão geral do comportamento da variável analisada". A variação dessas classes pode ser feita manualmente, mas geralmente os SIG apresentam três métodos de corte de variável os quais induzem a visualização de diferentes aspectos da variável, sendo a sua escolha precedida do objetivo principal da análise (CÂMARA *et al*., 2001b). Dentre esses métodos pode-se destacar:

- Método dos Intervalos Iguais: no qual a amplitude dos dados é calculada e dividida em incrementos iguais, de maneira que os intervalos dentro das classes sejam os mesmos. Neste caso, se a variável tem uma distribuição muito concentrada de um lado da curva o mapa apresentará a maioria dos dados alocados em uma ou duas classes;

- Método dos Percentis: que distribui os dados em freqüências iguais dentro das classes. Neste método, o número das classes determina a definição técnica do mapa: quartil se forem quatro classes (25%), quintil se forem cinco classes (20%), desses se forem 10 classes (10%), etc. A utilização desse método pode encobrir diferenças significativas em valores extremos e pode dificultar a identificação de áreas críticas;

- Método dos Desvios Padrões: no qual os dados são distribuídos em classes de gradações de cores diferentes para valores acima e abaixo da média. Segundo QUEIROZ (2003), esse método tem a deficiência de subdividir o intervalo de

valores em muitas classes para apresentar as classes muito distantes da média quando a distribuição é assimétrica.

4.6.2 Média Móvel Espacial

É uma forma simples de explorar a variabilidade espacial, pois permite identificar padrões e tendências espaciais por meio da produção de uma superfície de maior flutuação (menos descontínua, mais suave) que os dados originais (CÂMARA *et al*., 2001b).

$$\mu_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij} z_i}{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}} \qquad (4.1)$$

onde

μi média móvel espacial;

zi: diferença entre o valor do atributo no local i e a média de todos os atributos;

wij: pesos atribuídos conforme a relação topológica entre os locais *i* e *j*.

4.6.3. Indicadores de Autocorrelação Espacial Global

Esses indicadores visam estimar o quanto o valor observado de um atributo numa área é dependente dos valores desta mesma variável nas localizações vizinhas, fornecendo um único valor como medida de associação espacial para todo o conjunto de dados, o que é útil na caracterização da região de estudo como um todo. Um das formas para se obter o indicador de autocorrelação espacial global é por meio do índice global de Moran, conforme equação abaixo.

PAIVA (2006) considera que por meio desse índice consiga identificar uma correlação espacial direta entre áreas vizinhas. Este índice tende a ter valores entre -1 e +1, exprimindo o grau de autocorrelação existente, sendo positivo para correlação direta, negativo quando inversa.

$$I = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^{n} z_i^{\,2}} \qquad (4.2)$$

Onde

I: índice global de Moran;

n: quantidade de áreas;

zi: diferença entre o valor do atributo no local *i* e a média de todos os atributos;

zj: diferença entre o valor do atributo dos vizinhos do local i e a média de todos os atributos;

wij: pesos atribuídos conforme a relação topológica entre os locais *i* e *j*.

Outra maneira de se determinar a autocorrelação espacial entre os dados é por meio do índice C de Geary, o qual difere do índice I de Moran por utilizar a diferença entre os pares, enquanto o de Moran utiliza a diferença entre cada ponto e a média global, sendo expresso pela equação abaixo.

$$C = \frac{(n-1)\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(y_i - y_j)^2}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} \sum_{i=1}^{n} y_i^2} \qquad (4.3)$$

Onde:

C: índice de Geary;

n : quantidade de áreas;

yi: valor do atributo considerado no local i;

yj: valor do atributo considerado no local j;

wij: pesos atribuídos conforme a relação topológica entre os locais *i* e *j*.

4.6.4 Integração da análise espacial com o SIG

Os benefícios desta associação consistem em melhorar a qualidade das entradas ou das análises dos resultados, ou ambos, resultando em capacidade flexível para visualizar geograficamente os dados, prover funções espaciais para editar, transformar, agregar e selecionar linhas e dados derivados, assim como facilitar o acesso a relacionamentos espaciais entre entidades na área de estudo, segundo QUEIROZ (2003).

Verificou-se por meio do levantamento bibliográfico que os estudos existentes sobre acessibilidade e desflorestamento não abordam a interação da acessibilidade aos níveis de desflorestamento de uma região, apenas estudam os impactos de um dos componentes da infra-estrutura de transporte, isto é, a rodovia. Por isso, faz-se necessário um procedimento específico para estudar esse tema. Para tanto será apresentado no próximo item qual a metodologia que se pretende usar a fim de obter os resultados esperados nesse trabalho.

4.7 Identificação dos indicadores de acessibilidade x desflorestamento

O conceito de acessibilidade se refere a facilidade que tem uma determinada localização para alcançar as atividades desejadas. Para medi-la existem múltiplos indicadores, variando seus resultados em função do enfoque.

Os indicadores são instrumentos fundamentais para promover o conhecimento e as informações necessárias para compreensão dos problemas em áreas em desenvolvimento, como são as cidades ou centros urbanos e suas relações com as questões ambientais, entre elas o desflorestamento.

Existe uma gama de indicadores para medir a acessibilidade. Um dos elementos comuns de acessibilidade é a localização de lugares e os centros de atração, em relação a um dos outros (POOLER, 1995).

De acordo com PUEBLA e MELHORADO (2006), não existe um indicador de acessibilidade ideal; em geral a escolha dependerá do objeto de estudo. As distintas formulações de indicadores de acessibilidade existentes apresentam abordagens distintas e complementares à análise do sistema de transporte.

Grande parte desses indicadores, como a distância (longitude, tempo, custo) faz parte dos cálculos, de forma que os resultados estão muito influenciados pela localização geográfica dos nós: os lugares periféricos aparecem sempre com baixa acessibilidade e por tanto como potenciais receptores de novas inversões, em função da boa qualidade da infra-estrutura de transporte (PUEBLA e MELHORADO, 2006).

Na formulação da medida de acessibilidade referente ao transporte de grãos poderão ser consideradas as váriaveis diretamente relacionadas com as atrativas ao destino interno e externo. SANTOS *et al*. (200O) comenta que as possíveis variáveis a serem consideradas na carga destinada ao Mercado interno são: Produto Interno Bruto da região de destino (PIB), renda média, densidade de indústrias, capacidade produtiva, capacidade de armazenagem, demanda, etc. Assim, com relação a componente separação espacial, grandezas como o tempo, custo e distância, também podem ser consideradas na avaliação do deslocamento da carga.

Outra considerações relacionadas ao tipo da carga e à modalidade utilizada no transporte, poderiam ser importantes. Toma-se como exemplo, o tempo, que pode se tornar um fator limitante de grande relevância na consideração de determinadas mercadorias (SANTOS *et al.*, 2000).

KAWAMOTO (1999), afirma que no transporte de cargas, existe a predominância dos custos monetários, diferentemente do que ocorre no transporte de passageiros, em que os chamados custos subjetivos, tais como tempo de viagem, conforto, segurança, dentre outros, são os mais predominantes na determinação da medida de acessibilidade.

Para representação da impedância por rodovias, os autores utilizaram a influência de variáveis como o coeficiente de qualidade da infra-estrutura e o coeficiente de tráfego, no tempo de deslocamento. Os valores relacionados com o coeficiente de qualidade da infra-estrutura variam conforme o tipo de via utilizada, e o coeficiente de tráfego baseia-se no tráfego médio diário e no percentual de veículos pesados que trafegam pelas vias.

Outra reflexão, necessária conforme SANTOS et al. (2000), seria com relação à carga destinada ao mercado externo. Desta forma, como destino da carga no território nacional, consideram-se principalmente os terminais de embarque da mercadoria a ser exportada, como portos, por exemplo. Logo, variáveis importantes seriam aquelas relacionadas com o ambiente dos terminais, como: custos operacionais, capacidade de armazenagem, freqüência de veículos, capacidade operacional, nível de segurança, demanda, dentre outras.

Na Tabela 4.1 apresenta-se um resumo dos principais parâmetros considerados no cálculo da acessibilidade e seus respectivos modelos.

Autor	Modelo	Parâmetros
Shimbell (1953)	$A_i = \Sigma^n_{j=1}(I_{ij})$ Ai = acessibilidade do nó i em relação a todos os outros nós da rede; I ij =a distância (o número de ligações contidas nó caminho que contenha o menor número de ligações entre i e j); n= número de nós da rede.	Separação espacial e números de ligações
Stewart e Warntz (1958)	$A_i = \Sigma^n_{j=1} S_j \times (S_{ij})^{-b}$ Ai = acessibilidade integral da zona i em relação a todas as outras; S_j =tamanho da população ou quantidade de atividade como comércio, na zona j; S_{ij} = medida da separação espacial entre i e j.	Número de oportunidades e separação espacial (distância)
Hansen (1959)	$A_i = \Sigma^n_{j=1} S_j \times (f(C_{ij}))$ Ai = acessibilidade integral da zona i para a atividade das zonas da área; S_j =tamanho da população ou quantidade de atividade como comércio, na zona j; $f(C_{ij})$ = a resistência a viagem descrita em termos de tempo de viagem ou distância entre zonas.	Número de oportunidades e separação espacial
Igram (1971)	$A_i = \Sigma_{(j=1,\, n)}\ a_{ij}$ n= número de zonas da região	Separação espacial
Davidson (1977)	$A_i = \Sigma_{(j=1,\, n)} S_j\ f(C_{ij})$ *Ai*: é a acessibilidade na zona i; *Sj* é a medida da atratividade na zona j; *cij* é a medida do custo de interação entre as zonas i e j, de tal forma que *f(cij)* é a medida da impedância de viagem entre i e j.	Atratividade na zona; Custo de interação e tempo de viagem.

Continuação da Tabela 4.1 apresenta-se um resumo dos principais parâmetros

Sanches (1996)	$A_i = \Sigma_{(j=1, n)} Wj \ f(C_{ij}) / \ \Sigma_{(j=1, n)} Wj$ *Ai*: é a acessibilidade na zona i; *Wj* é a medida de atratividade da zona j; f(Cij) = exp(-βTij), com β = 0,11; *Cij* é o tempo de viagem entre as zonas i e j;	Atratividade da zona, tempo de viagem e número de empregos.
Gutierrez e Urbano (1996)	$A_i = \Sigma_{(j=1, n)}(I_{ij} \text{ x } PIB_j) / \Sigma_{(j=1, n)}(PIB_j)$ *Ai*: é a acessibilidade do nó i; I_{ij} é impedância da rede entre os nós i e j; PIB_j= produto interno bruto das atividades econômicas na região destino	Produto interno bruto das regiões e tempo de viagem.
Puebla e Melhorado (2006)	$IA_i = \Sigma^n_{j=1} I_{ij} \text{ x } P_j$	Tiempo de viaje entre el origen e destino População
Sohn (2006)	$A_i = 4 \times \left[\alpha \frac{t_i}{\sum_{k=1}^{24} P_k} \sum_{j=1} \left(\frac{t_j}{\sum_{k=1}^{24} P_k} \frac{u_{ij}}{\sum_{k=1}^{24} d_{ik^*}^{-\beta}} \right) + (1-\alpha) \frac{t_i}{\sum_{k=1}^{24} P_k} \sum_{j=1} \left(\frac{t_j}{\sum_{k=1}^{24} P_k} \frac{t_{ij}}{\sum_{k=1}^{24} t_{ik^*}} \right) \right] \quad (i \neq j)$ re $t_{ij} = \frac{\sum_{m=1}^{n} \text{AADT}_m d_m}{d_{ij}}$ A_i= acessibilidade ao condado i α = fator (0< α< 1) P_{ij} = população do condado i(j) d_{ij} = comprimento da rodovia entre os condados dij* = distancia inicial da rodovia entre os condados β = 0,446632 (obtida empiricamente) t_{ij}= média do tráfico entre i e j , AADT $_m$ = média anual diária de tráfico no segmento m d_m = distância do segmento m	População, comprimento da rodovia, média do tráfico e distância entre condados.

Para determinação dos índices de acessibilidade deve-se buscar aqueles que expressam as especificidades locacionais de cada região ao que se refere aos destinos

importantes como uma função do tempo de viagem ou do custo de viagem para se chegar a esses destinos através da rede de transportes. Assim, visando estudar a relação entre desflorestamento e acessibilidade selecionou-se para estudo de caso um conjunto de indicadores de acessibilidade para o estudo de caso, a saber:

- Acessibilidade definida com base na menor distância entre os centróides da subareas até a rodovia, ao Porto e a Hidrovia mais próximas para escoamento dos grãos;
- Acessibilidade considerando como fator de impedância o custo do transporte de cargas pelas modalidades rodovia/hidrovia dos produtores até o município de referência e centro de destinos;
- e acessibilidade potencial definida como o total de destinos que podem ser alcançados ponderados por funções de impedâncias de deslocamento.

A estes indicadores serão considerados os atributos identificados na literatura que promovem o desflorestamento na região Amazônica, tais como a distância a rodovia, o custo de transporte até os elementos da infraestrutura de transportes responsáveis pela exportação dos grãos (rodovia, hidrovia e portos) ao exterior do tipo de produto comercializado e o volume de produção de soja para safra de 2008. No caso de estudo (capítulo 6), como principal centro de destinos dos grãos será considerada a cidade de Itacoatiara responsável pela localização do 2^{o} lugar como porto de exportação da soja. Indicadores de acessibilidade tornam-se fundamentais para que as características de acesso às atividades sejam representadas de modo adequado.

4.8 Considerações finais

Este capítulo abordou a importância do SIG, seus componentes, sua aplicação ao setor de transporte e aos indicadores acessibilidade. Verificou-se que essa ferramenta é aplicada como auxílio na solução de diferentes tipos de problemas, tais como: gerência de pavimentos, transporte coletivo, rodoviário e de carga, engenharia do tráfego, localização de facilidades e planejamento de transportes, entre outros.

A relação das medidas de acessibilidade com o desflorestamento, conforme revisão da literatura, ainda não foram estudadas por pesquisadores, por isso a concepção de um procedimento metodológico que estruture as etapas de pesquisa com essa nova abordagem é relevante, porque visa contribui com mais uma aplicação e abordagem à medida de acessibilidade vinculadas a rede de transporte de uma determinada área. Além de contribui com a discussão sobre degradação florestal na Amazônia decorrentes do desempenho do sistema de transporte.

O procedimento proposto aplicado nesta pesquisa será apresentado no próximo capítulo. É um procedimento simples e prático garantindo rapidez na sua execução. Diferencia-se dos demais procedimentos existentes, por considerar a variável desflorestamento associada à medida de acessibilidade aos componentes de transporte. Aplica-se ainda o critério de classificação dos padrões de acessibilidade e desmatamento a região de estudo e faz uso do modelo econométrico para verificar a presença de correlação entre as duas variáveis.

CAPITULO 5. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Com base no problema formulado e nos objetivos propostos, a tese foi desenvolvida obedecendo a realização das seguintes etapas, conforme estrutura mostrada esquematicamente na Figura 5.1.

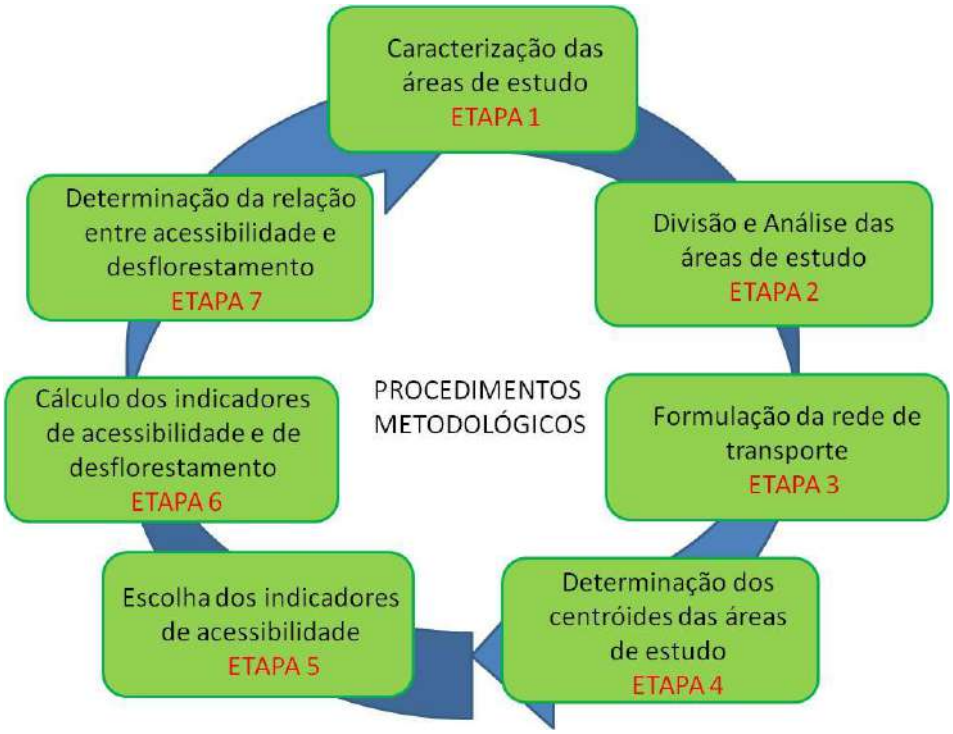


Figura 5.1: Procedimento metodológico proposto para realização da tese

Etapa 1 - Primeiramente realiza-se a delimitação e a caracterização das áreas de estudo, a serem investigadas. Serão então levantados os elementos de interesse da pesquisa que contemplam as taxas de desflorestamentos, as atividades produtoras, sua localização e do respectivo mercado, bem como as infra-estruturas de transportes que influenciam na acessibilidade. Estas informações precisam ser documentadas e analisadas, a fim de construir uma base de conhecimento adequada para o desenvolvimento das etapas subseqüentes do procedimento.

Na revisão bibliográfica detectaram-se inúmeras atividades potencialmente geradoras de desflorestamento na Amazônia, dentre elas destacam-se: a intensa

atividade de pastagem e ampliação de áreas agrícolas, decorrentes da implantação de grandes obras de infra-estrutura, principalmente as estradas; da conversão de florestas para a pecuária; da expansão da fronteira agrícola; da exploração ilegal e predatória da madeira; a agricultura familiar, por sua vez, também é responsável por uma fatia significativa do desflorestamento anual, a abertura de vias pavimentadas e não pavimentadas e da histórica falta da presença efetiva do Estado na região no controle das atividades não-predatórias.

Com base nos dados do PRODES/INPE (2008) sobre a evolução do desflorestamento na região Amazônica, informações levantadas na revisão da literatura e nos dados obtidos no Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas (IPAAM), constataram-se um incremento no grau de desmatamento no sul do Amazonas decorrentes da produção das atividades de grãos em geral (figura 5.2).

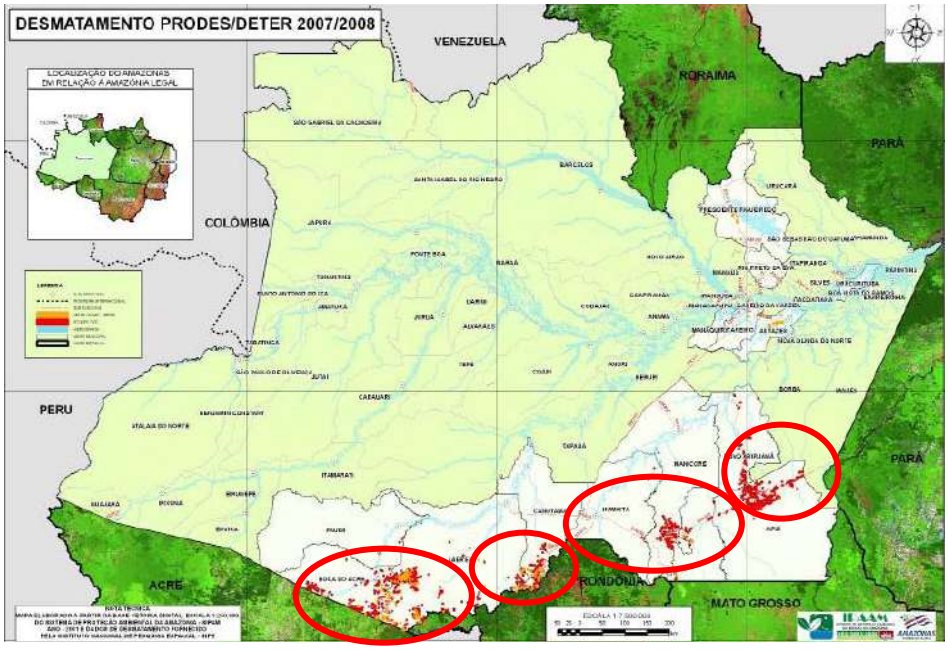


Figura 5.2: Desmatamento na Amazônia Legal em agosto de 2008 (IPAAM, 2008).

A região norte ainda é uma das áreas com menor grau de desflorestamento (Figura 5.2). Porém, esse cenário vem se modificando desde 2000. Paralelamente, as taxas de desmatamento vêm se elevando nesta região. Poder-se-ia então levantar a hipótese de uma relação, ainda que indireta, entre o acesso as áreas de expansão da fronteira

agrícola, especialmente com a expansão da atividade pecuária e do cultivo de grãos, e a elevação das taxas de desmatamento na região.

Em 2000, o Estado do Amazonas possuía aproximadamente 21.235,7 km^2 de áreas desmatadas, em 2004 alcançou 30.538,2 km^2, um aumento de 43,8%. Como já citado, as maiores taxas foram registradas no sul do Estado, com destaque para os municípios de Lábrea, Boca do Acre, Apuí, Manicoré, Canutama, Novo Aripuanã e Humaitá.

Etapa 2- Para realização desta etapa, faz-se necessário a confeção prévia de mapas visando representação melhorada dos levantamentos das atividades produtivas e do mercado. Nessa etapa serão usados mapas do IBGE para coletas dos municipios do sul do Amazonas, das rodovias, das hidrovias e terminais portuários, unidades de conservação e terras indígenas. Serão necessários também os mapas de desflorestamento da região Amazônica, elaborados por meio dos dados do PRODES (2008). De posse dos mapas desflorestamento e da região Norte, será realizada a divisão da área de estudo em unidades espaciais de análise (Figura 4.3), podendo ser considerados como critérios as divisões municipais adotadas pelo IBGE, o grau de desflorestamento (segundo PRODES) e o sistema de transporte (calhas dos rios, principais rodovias, portos etc).

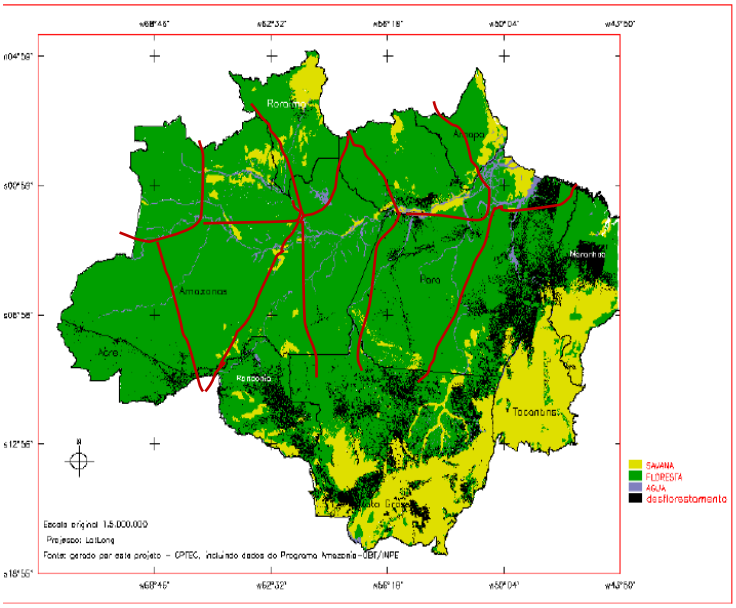


Figura 5.3: Mapa com a divisão da área de estudo (critério tamanho)

Para análise das unidades espaciais poderão ser consideradas duas escalas. A primeira, a em nivel mais macro, contemplando tipicamente os municípios e/ou subáreas dos mesmos. E a segunda, em escala micro, na qual a análise será orientada aquelas vinculadas exclusivamente aos produtores em questão. Além disso, cada uma dessas áreas deve ser caracterizada, destacando os fatores que influenciam na localização dos produtores, em termos de acessibilidade, valor do solo, tipo de terreno, proximidade com outros produtores (vetor de propagação da produção investigada), legislação etc.

Posterioramente será desenvolvida a localização das atividades produtivas (Figura 5.4) causadoras do desflorestamento na região Amazônica. Identificadas as atividades geradoras do desmatamento e seus respectivos mercados em função do porte de tais atividades, parte-se para a subdivisão da área de estudo. Neste momento, o critério adotado poderá ser em escala macro e micro ou apenas em uma das escalas, dependendo do propósito do estudo e dos recursos e informações disponíveis.

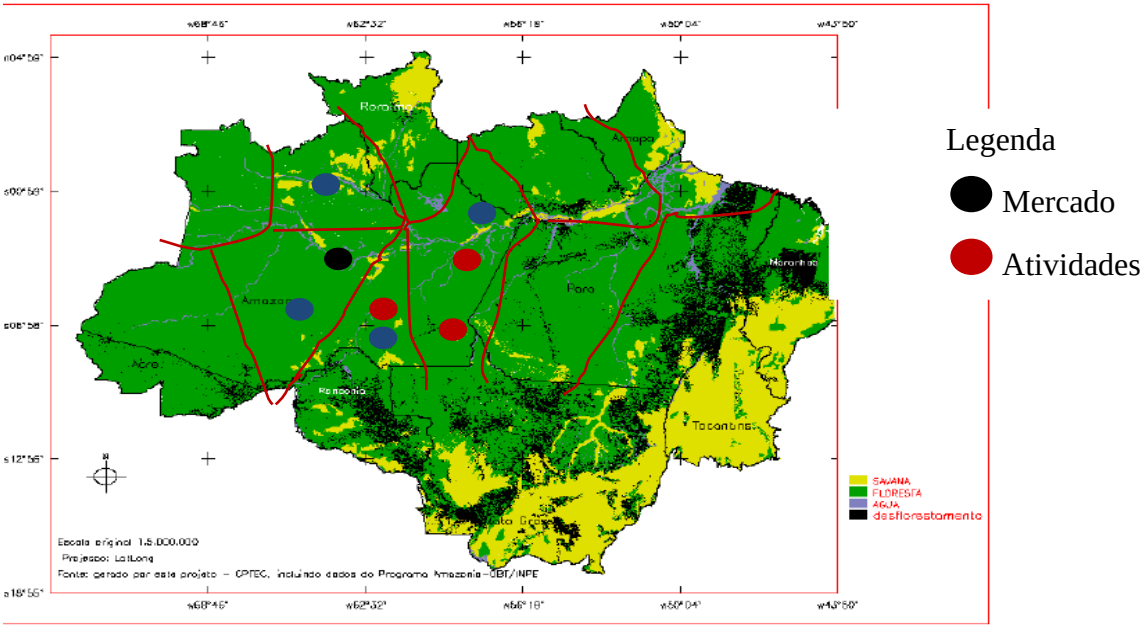


Figura 5.4: Mapa com a localização das atividades produtoras, mercado e centróide da área (Adaptada pelo autor).

Etapa 3- consiste em realizar a formulação da rede de transporte para as sub-redes a partir dos modais (hidroviário, rodoviário e aeroviário), dos terminais de cargas e Portos, com suas respectivas vias e rotas. Também estabelecer, para cada *link*, as distâncias, tempos e custos de viagens, configurando assim a rede de transportes. Uma alternativa é ter uma sub-rede para cada tipo de atividade causadora do desflorestamento e outra agregando todas elas. O sistema hidroviário fluvial será um dos destacados por sua importância na Amazônia, mas os outros modos como rodoviário e o aéreo também poderão ser incluídos, pois é necessário compreender o padrão de movimentação de cargas na região, se há a intermodalidade ou não entre origem e destino. Deve-se ressaltar que a Região Amazônica apresenta peculiaridades e especificidades que vão desde a matriz de transporte em que o transporte hidroviário é predominante e tem um peso considerável nos deslocamentos internos e externos de pessoas e mercadorias na região até a sua extensão territorial.

Etapa 4- Nesta etapa deve-se estabelecer para cada uma das sub-áreas (com e sem atividades produtivas e respectivos mercados) o seu centróide. Para a obtenção desses centroídes, poderão ser usados alguns critérios. Dentre eles destaca-se a determinação do centróide da superfície usada para gerar superfície ou sólidos de revolução (teoremas de Pappus e Guldin). Por esse método, quando uma superfície S possui um eixo de simetria, o centróide da superfície deve estar situado nesse eixo. Se a área for homogênea, o baricentro coincide com o centróide C da superfície. A abcissa X do centróide da superfície pode ser determinada notando que o momento de primeira ordem Qy em relação ao eixo y da superfície pode ser expresso como o produto de X pela área total seja como soma dos momentos de primeira ordem em relação ao eixo y das áreas elementares.

$$Qy = X\,(S_1 + S_2 + \ldots\ldots S_n) = x_1S_1 + x_2S_2 + \ldots\ldots x_nS_n \qquad (5.1)$$

$$Qx = Y\,(S_1 + S_2 + \ldots\ldots S_n) = y_1S_1 + y_2S_2 + \ldots\ldots y_nS_n \qquad (5.2)$$

$$\text{Ou de outra forma } Qy = X\sum S_i = \sum x_iS_i \qquad Qx = Y\sum S_i = \sum y_iS_i \qquad (5.3)$$

Etapa 5 – A partir do levantamento na literatura e de acordo com as especificidades locais e da problemática pesquisada, serão estabelecidos quais os indicadores de acessibilidade e de desflorestamento empregados ao objeto de estudo

(conforme apresentados nas Tabelas 1.a e 1.b) e os . Após leitura do trabalho de RAIA JUNIOR (2000) que confirma a proximidade dos resultados dos indicadores de acessibilidade do modelo simplista com aqueles mais complexos, optou-se em utilizar o indicador desenvolvido por SHIMBELL (1953). Tal escolha deve-se a falta de um indicador especifico que relacione a taxa de desflorestamento com acessibilidade. Portanto, a expressão da medida empregada para acessibilidade nesta pesquisa corresponde às seguintes expressões :

$A_i = \Sigma_{(j=1, n)}\ 1/dij$ i = centróide e j = mercado (5.5)

$A_i = \Sigma_{(j=1, n)}\ Mj/dij$ (5.5)

$A_i = \Sigma_{(j=1, n)}\ MjMi/dij$ (5.6)

M_i= atratividade ou porte da atividade produtora i;

M_j= atratividade ou porte do mercado j;

dij = impedância (distância, tempo ou custo para cada modalidade alternativa de transportes) entre atividade produtora i e o mercado j.

Quanto ao desflorestamento, o sistema PRODES detecta exclusivamente desmatamento tipo corte-raso superiores a 6,25 ha. A metodologia consiste em divulgar a taxa anual considerando o período de agosto do ano anterior a agosto do ano base por meio de imagens de satélites e dados estatísticos. No estudo em questão, o cálculo do índice de desflorestamento pode ser obtido por dois métodos. O primeiro, denominado de desflorestamento absoluto, considera o indicador como sendo a própria área desmatada para cultivo dos grãos obtidas nos processos registrados junto ao IPAAM (Anexo 1). Ou seja, I desflorestamento = Área cultivada de cada emprendimento.

A outra maneira de calcular o indicador de desflorestamento é considerar quanto da área cultivada pelos grãos plantados representam sobre a taxa de desflorestamento por município. Para a taxa por município considerou-se aquela informada no banco de dados do PRODES (2008/2009), tendo em vista que os dados 2009/2010 ainda não foram divulgados oficialmente pelo INPE.

Assim, o segundo critério do Idesflorestamento = Área antropizada / taxa de desflorestamento por município obtido no PRODES.

Etapa 6 - Posteriormente, serão levantados os dados necessários para o cálculo da acessibilidade dessas regiões e os mesmos serão aplicados nas fórmulas dos indicadores de acessibilidade. Para o cálculo dos indicadores de desflorestamento considerou-se os dois tipos: em termo absoluto e relativo, conforme já mencionado anterioremente.

Será empregada para análise dos indicadores de acessibilidade a abordagem sugerida por MORGADO (2005) que considera método de classificação e hieraquização o método de SILVA (1995), cujos resultados encontrados são classificados dentro de faixas de qualidade que indicarão sua situação no qual foram consideradas duas classes acima da média e duas classes abaixo da média, tendo como limite divisor o desvio padrão. Tais limites das classes foram definidos da seguinte maneira: resultados acima da média e além de 1,282 δ são áreas com acessibilidade excelente, resultados acima da média e entre 0,675 δ e 1,282 δ são áreas com acessibilidade boa, resultados acima da média e até 0,675 δ são áreas com acessibilidade regular, resultados abaixo da média até 0,675 δ são áreas com acessibilidade ruim e resultados abaixo da média até 0,675 δ são áreas com acessibilidade péssima. Assim, os mapas de acessibilidade também seguem a escala de graduação de tons de verde ao vermelho correspondendo às tabelas das respectivas áreas e subáreas analisadas. Ás áreas em verde são áreas mais acessíveis; em vermelho, são as menos acessíveis; e amarelo, são áreas de acessibilidade regular, conforme pode ser visto na figura 6.5

Para os indicadores de desflorestamento, será empregado o mesmo método sugerido por SILVA (1995), diferenciando apenas o intervalo da classe e na coloração das classes. Dessa forma, para indicadores variando entre:

- 0 - 0,10: desflorestamento fraco com coloração verde;
- 0,10 - 0,40: desflorestamento médio com coloração laranja;
- 0,40 -0,80: desflorestamento alto com coloração vermelha e
- 0,80 – 1: desflorestamento altíssimo com coloração vermelha rubra.

Etapa 7 - Para apresentação dos resultados será elaborada uma estrutura de análise que utiliza o sistema de Informações Geográficas (SIG). Dessa forma, são gerados mapas temáticos que ilustram quais as zonas de maior ou menor acessibilidade, possibilitando identificar qual a relação entre acessibilidade e o desflorestamento dessa área desflorestada.

De acordo com a hipótese considerada neste trabalho, o desflorestamento foi definido em função da acessibilidade, ou seja, y= f(x) e y= f(acessibilidade) em que x= variável independente e y= viarável dependente (desflorestamento). As combinações entre acessibilidade e desflorestamento serão testadas usando duas regressões, uma linear simples e outra polinomial de segundo grau a fim de verificar qual se ajustará melhor à distribuição dos dados. Em cada uma das combinações será considerada para escolha da equação de regressão a análise da variância de regressão, o coeficiente de determinação e o test W.

Os gráficos (Figura 5.5) indicarão se existe uma relação entre os dois fatores (desflorestamento e acessibilidade). A partir da constatação de que existe uma relação entre dois ou mais fatores concorrendo em um determinado fenômeno ou evento, a expressão dessa relação pode ser traduzida através de uma equação matemática.

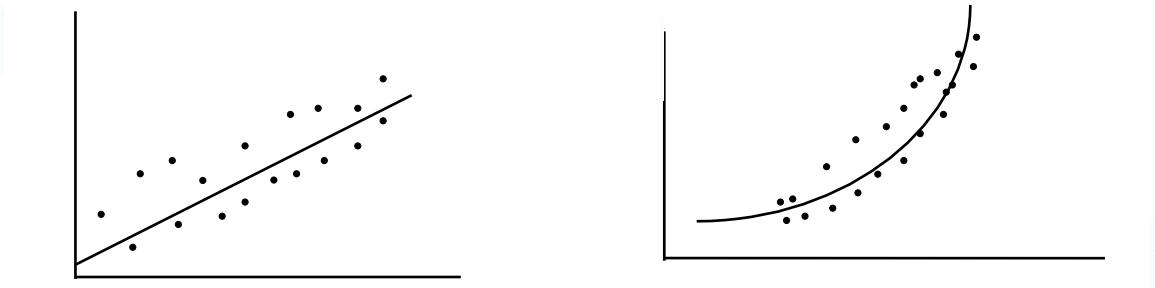


Figura 5.5: Gráficos de correlação linear e exponencial da relação entre desmatamento e acessibilidade

A etapa posterior é a verificação do relacionamento dos níveis de acessibilidade com o desflorestamento na Amazônia, onde será empregada a classificação dos valores de correlação sugeridos por CAVALCANTE (2003). Para análise estatística poderão ser consideradas as classes R^2 sugeridas no quadro 5.1.

Quadro 5.1: Classificação dos valores de correlação

R^2	Classificação
0	Nula
0,0 ----0,09	Fraca
0,09----0,36	Média
0,36----0,81	Forte
0,81----0,99	Fortíssima
1	Perfeita

Posteriormente, identificar por meio da regressão simples se a relação entre as variáveis é perfeita, imperfeita, sem relação ou não linear imperfeita (conforme figura 5.6). E finalmente, conclui-se com a análise dos resultados.

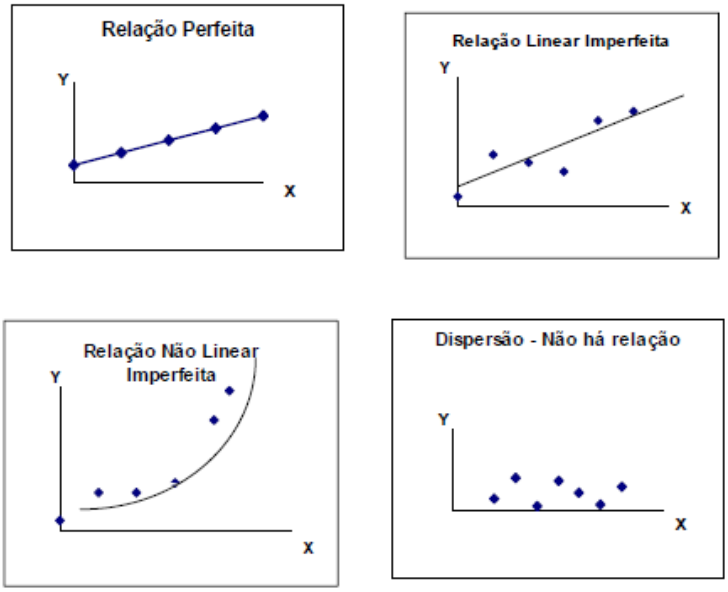


Figura 5.6: tipos de gráficos relação entre as variaveís (BRENNER, 2005).

5.2 Considerações finais

O procedimento metodológico proposto para realização da pesquisa contemplou análise mista da área em estudo, tanto macro quanto micro. A análise micro considera os produtores de grãos individualmente, enquanto que na análise macro são considerados os produtores existentes em cada subárea. Para deteminação dos centróides destas subáreas são consideradas as distâncias mínimas aos componentes do sistema de transporte escolhidos para determinação dos indicadores de acessibilidade locacional, como a rodovia, hidrovia e terminais, como os portos. Quanto aos

indicadores de desflorestamento, duas maneiras de obtenção dos indicadores podem ser empregadas.

A primeira é a própria área antropizada para cultivo dos grãos. Já a segunda pode ser definida como sendo área produtiva referente ao ano de estudo divido pela taxa de desmatamento por munícipio, segundo dados oficiais do PRODES.

No capitulo seguinte será apresentada uma aplicação do procedimento metodológico tendo como estudo de caso a região sul do estado do Amazonas. Os dados foram analisados estatisticamente por meio do programa Minitab. Os resultados foram classificados e correlacionados, além de representados por meio de gráficos e de mapas.

CAPITULO 6. ESTUDO DE CASO

6.1 Considerações iniciais

Este capítulo apresenta os resultados da aplicação do procedimento proposto conforme descrito no capítulo anterior. Inicialmente serão caracterizadas as áreas de estudos, seguidas das modalidades de transportes da região suldoeste do estado do Amazonas para carga e descarga dos grãos de sojas e a determinação do cálculo de acessibilidade das áreas produtoras nesta região. Posteriormente, os indicadores de acessibilidade serão relacionados com índices de desflorestamento de cada área produtora de soja. Esses cálculos serão aplicados ao transporte de cargas de soja, utilizando como fator de atratividade, a produção de grãos de soja transportada pela região e como impedância a variável distância.

6.2 Caracterização da área de estudo

Segundo IBGE (2010), a extensão aproximada da Floresta Amazônica é de 5,5 milhões de km², sobrepondo-se à área da bacia hidrográfica amazônica com 7 milhões de km² (incluindo a bacia dos rios Araguaia e Tocantins). A floresta amazônica está presente em 60% no Brasil, e o restante (40%) pela Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela (IBGE, 2008).

Os 60% correspondentes ao Brasil constituem a chamada Amazônia Legal, abrangendo os Estados do Amazonas, Amapá, Mato Grosso, oeste do Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Ainda engloba 38% (1,9 milhões de km²) de florestas densas; 36% (1,8 milhões de km²) de florestas não densas; 14% (700 mil km²) de vegetação aberta, como cerrados e campos naturais, sendo 12% da área ocupada por vegetação secundária e atividades agrícolas.

O Amazonas possui 62 municípios (IBGE, 2008). A floresta, apesar de ser a característica mais marcante da Amazônia, não esconde a grande variedade de ecossistemas, dentre os quais se destacam: matas de terra firme, florestas inundadas, várzeas, igapós, campos abertos e cerrados. A Amazônia abriga uma infinidade de espécies vegetais e animais.

A região sul do Estado do Amazonas abrange 12 municípios, com fronteira com os Estados do Acre, Rondônia, Mato Grosso e Pará, com uma área de aproximadamente 392.210,00 km^2, aproximadamente 24,86% da área do Estado do Amazonas.

Segundo SAD (2009), em maio de 2009 a degradação florestal atingiu 215 km^2 dos quais 81% ocorrem em Mato Grosso, seguidos do Pará com 13% e 6% para Rondonia e Amazonas. No Amazonas, são 27,25% de terras indígenas, 22,86% UC US e 11,25% UC PI que contribuem para a permanência dos baixos índices de desflorestamento nesse estado.

A região sul do estado de Amazonas tem apresentado mudanças constantes de uso do solo, o que tem gerado grande incidência de alertas de desmatamento nos últimos anos.

A região de estudo compreende os municípios Canutama, Humaitá, Manicoré, Novo Aripuanã que serão apresentados a seguir. No Amazonas, a produção se concentrava nos "pólos de Humaitá e Lábrea, a partir da influência da hidrovia do Madeira, que reduz o custo de escoamento da produção" (SILVA, 2005).

Os produtores de soja do Amazonas acenam com uma nova promessa para a agricultura brasileira. Embora ainda com safra pouco expressiva, de apenas 30 mil toneladas, a região desponta como campeã de produtividade, que supera a das lavouras de melhor nível técnico de outras regiões do Brasil. O rendimento médio das lavouras de municípios como Humaitá, Lábrea, Manicoré e Apuí, todos no Estado do Amazonas, na área de influência do Rio Madeira, oscila entre 45 e 60 sacas por hectare. O número é superior à marca obtida pelos agricultores do Mato Grosso (50 sacas, em média) (ACRITICA, 2006).

O INPE realizar o monitoramento do desmatamento na Amazônia Legal de agosto a agosto de cada ano. Os últimos dados disponíveis no site referem-se aos anos 2008/2009. Portanto, com tais dados, conseguiu-se obter as taxas de desflorestamento

aos municípios objeto de estudo e confeccionar o mapa do desflorestamento (Figura 6.1) do sul do estado do Amazonas.

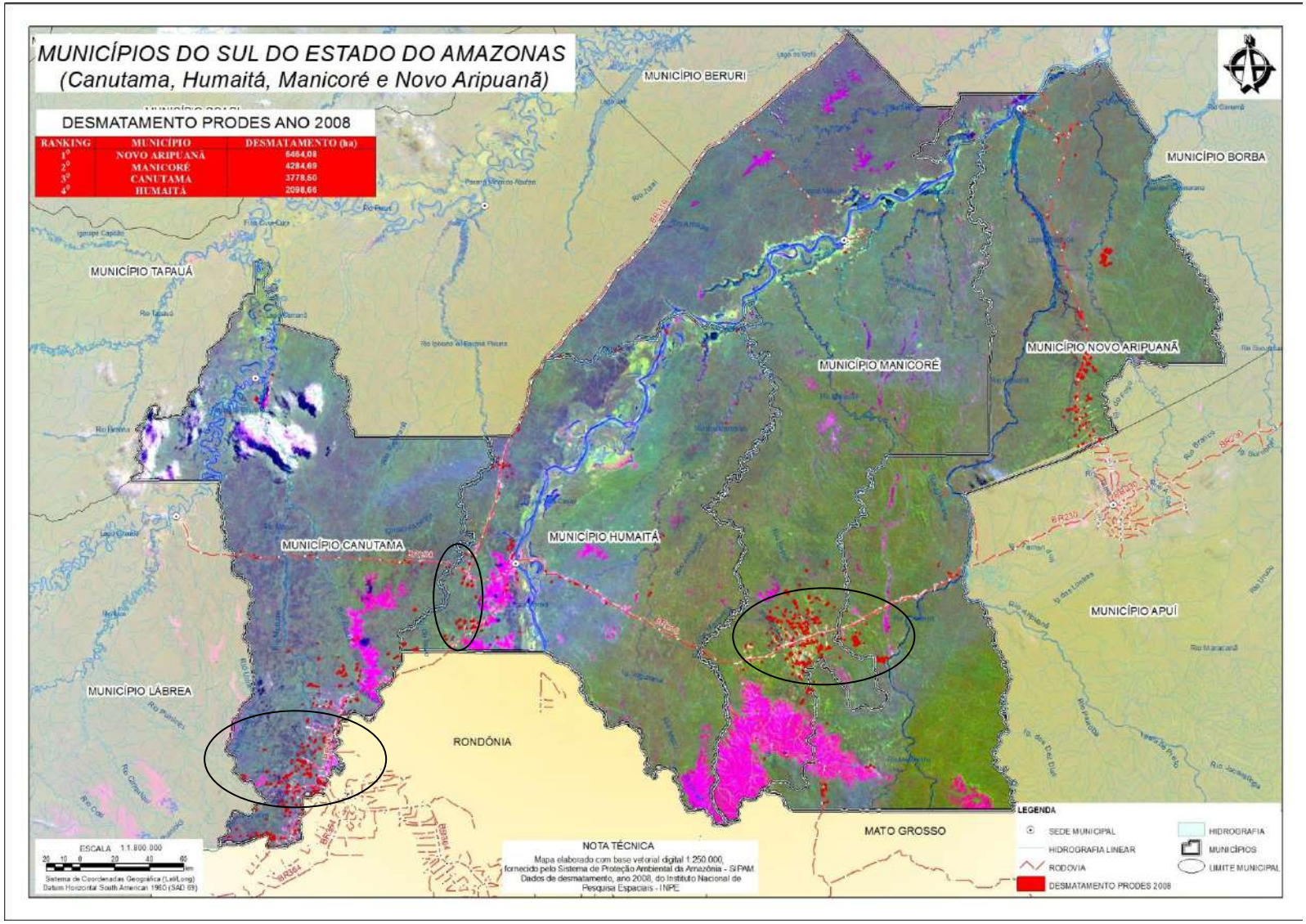


Figura 6. 1: Desflorestamento no sul do Estado do Amazonas (Mapa confecionado com dados do IPAAM (2009))

Com base nas representações do mapa da figura 6.1, verifica-se que as áreas desmatadas para o ano de 2008 são aquelas que estão com a cor avermelha. Áreas nas cores rosa representam áreas antropizadas. A cor azul indica ocorrência de desmatamento em unidades de conservação. Observa-se maior número de áreas desmatadas no município de Manicore ao longo da BR 230, a leste na direção do Estado do Pará e a sul na direção do Mato Grosso.

6.2.2 Municípios do Sul do Amazonas

Compõem a região sul do Amazonas 12 municípios totalizando 392.337 Km^2 de área, fazendo fronteira com os estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre. Na revisão da literatura (IBGE (2009), CONAB (2008) e LIMA (2008) até o ano de 2006 foram identificadas como áreas produtoras de soja no Amazonas em 6 municípios, a saber: Apuí, Canutama, Lábrea, Humaitá, Manicoré e Novo Aripuanã (figura 6.2).

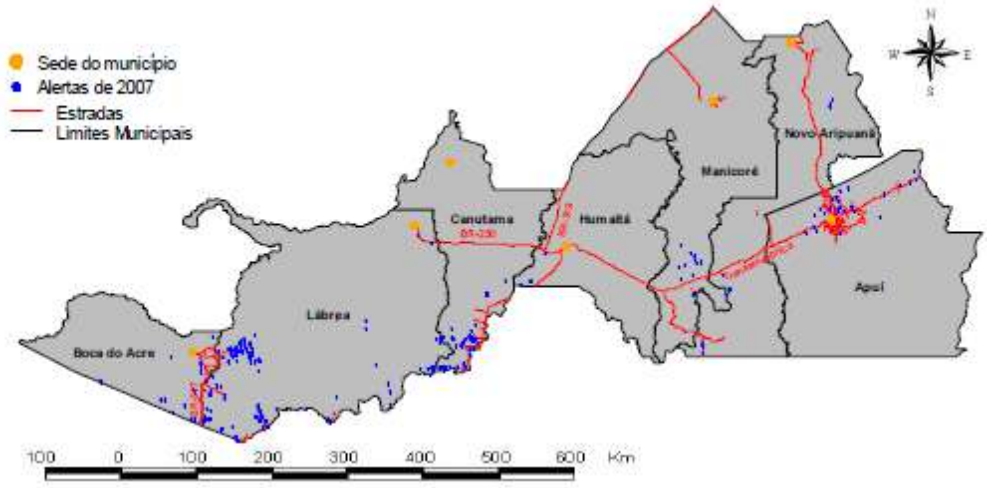


Figura 6.2 Mapa dos 7 municípios do sul do Amazonas contendo pontos de alerta de calor (BALIEIRO, 2008).

Porém, visando eliminar conflitos e divergências de informações dos dados necessários a realização da pesquisa, solicitou-se por meio de ofício ao órgão responsável pelo licenciamento ambiental no estado do Amazonas (IPAAM) a localização, os polígonos, as áreas antropizadas e as áreas preservação ambiental dos empreendedores com grãos de soja com aprovação de licença junto a este órgão. Como respostas foram fornecidos os croquis com os números do processo da permissão do

cultivo, os pares de coordenadas dos empreendimentos, o mapa de situação do empreendimento contendo informações sobre a área do empreendimento, área antropizada, área remanescentes, área de presenvação permanente do empreedimento e o tipo de vegetação presenten no empreendimento (Anexo 1).

Assim, no IPAAM, até 2009 foram cadastrados dos 6 munícipios, apenas 4 municípios como produtores de soja solicitando licença de implantação e operação para 15 (quinze) empreendimentos com fins de cultivo de grãos de soja no sul do estado, conforme pode ser observado na tabela 6.1.

Tabela 6.1: Relação dos 15 produtores de grãos de soja localizados no Sul do Amazonas

Municípios Ao Sul do Amazonas	**Empreendores de soja**	**N. Processo IPAAM**	**Área plantio Solicitada (ha)**
Canutama	1.AUGUSTO PELLUCIO	1339 T05	180
	2.ANTONIO MULINARI	1338 T04	500
	3.ENOS CELLA	1992 T04	310
	4.AGROIND AÇUA LTDA	0150 T05	-
	5.EDER CARVALHO	2953 T07	91,77
Humaitá	6.O.ROSSATO	1278 T03	200
	7.LUIZ PAREJA	1653 T06	300
	8.RONERIO CAZARIN	1826 T04	400
	9.ELEMAR BANDEIRA	1228 T03	200
	10.MAURO ZABOROWSKI	1277 T04	561,07
	11.LUIZ ZABOROWSKI	2491 T03	561,47
	12.ISAIR PEDRO BASSO	1128 T04	400,46
	13.SANDIRO BASSO	1282 T03	120
Manicoré	14.ALCEU AURI MIELKE	2044 T05	45,45
Novo Aripuanã	15.VANDERLEI RADMAN	1294 T03	61,26

Fonte: Dados coletados junto ao IPAAM (2009)

Portanto, serão com esses empreendedores que se buscará realizar a pesquisa com o intuito de averiguar a hipótese da referida tese.

De posse dessas informações e da base vetorial digital 1:250.000, fornecida pelo Sistema de Proteção Ambiental da Amazônia (SIPAM), foram elaborados os mapas de desflorestamento da região norte e dos municípios do Estado do Amazonas. Em

seguida, foram demarcados nestes mapas geo-referenciados os 15 empreendimentos por meio do programa ArcGis versão 9.3, conforme mostra a figura 6.2.

Optou-se na presente pesquisa trabalhar com a mesma definição de desflorestamento usado pelo sistema PRODES/INPE devido os dados fornecidos serem oficiais e mais precisos. Os dados usados na elaboração deste mapa pelo sistema PRODES mede as taxas anuais de corte raso para os períodos de agosto do ano anterior a julho do ano corrente, considerando desmatamentos com áreas superiores a 6,25 hectares.

Apesar do controle rigoroso da fiscalização e da criação das UCA's incrementos da taxa de desflorestamento vêm ocorrendo de forma insignificante no Amazonas. Por isso, nos tópicos a seguir serão apresentadas as características de cada subárea de estudo visando obter dados que justifiquem esse fenômeno no sul do Estado.

6.2.2.1 Canutama

É um município do sul do estado do Amazonas com aproximdamente 29.820 km^2, localizado na microrregião do Purus. O município conta com uma população aproximadada de 11.948 habitantes (IBGE, 2008). Tem uma densidade populacional de quase 0.40 habitantes por Km^2.

Fica às margens do Rio Purus. O Purus constitui praticamente uma bacia, onde nos municípios da sua calha recebem vários afluentes e confluentes. Em Boca do Acre - Lagos da Santana e Anuri, Igarapé Natal e rio Inauini; Em Lábrea - rios Acimã, Tumiã, Ituxi, Sapatini e Passiá; Em Pauini - rios Pauini, Teuini e Inauini; Em Tapauá - lago do Aiapuá e rio Ipixuna; e em Canutama - rio Mucuim e Ipixuna.

Segundo SOUSA JÚNIOR *et al.* (2006 b), a bacia do Purus é divida em três trechos: o alto Purus (compreendendo a porção acreana da bacia, nos municípios de Santa Rosa do Purus, Manoel Urbano e Sena Madureira), o médio Purus (porção anterior da bacia no estado do Amazonas, onde o rio cruza os municípios de Boca do Acre, Pauini, Lábrea e Canutama) e o baixo Purus (na parte mais próxima à foz, onde o

rio cruza os municípios amazonenses de Tapauá, Anori e Beruri). A população da bacia é de aproximadamente 642.700 habitantes (IBGE, 2007).

Como a grande maioria dos municípios brasileiros de pequeno porte, a economia de Canutama está baseada no setor terciário. A cidade tem inúmeros comércios de pequeno porte, mantidos por habitantes da cidade. O funcionalismo público na cidade detém mais da metade da representatividade da economia. As raras exceções vem de pequenos empreendedores que chegam à cidade, montam negócio e conseguem se estabelecer. Dentre essa exceção encontram-se os chamados "marreteiros" (pessoas que, em regatões ou navio-motor, chegam aos municípios ribeirinhos e aproveitam a temporada anual de festejos para vender os seus produtos- geralmente roupas, calçados e outras novidades).

Outros que fazem a economia da cidade girar são os funcionários do Estado, especificamente os professores e os profissionais da saúde.

Além destes, há pequenos empreendedores locais (mercados, lanches, bares etc), agricultores, com o plantio de mandioca, abacaxi, cana-de-açúcar, feijão, milho, banana, abacate, laranja, limão, soja etc.

Os meios de transporte para se chegar são as vias fluviais. Este é um dos pontos mais comuns nesta região. Os barcos são de boa acomodação. Os Barcos que fazem linha para o Purus com destino até Lábrea são: Lindalva Maciel, Manoel Silva, Cidade de Lábrea, COMTE Maia I e II, Rio Uaquiri, Vovô Oswaldo e outros. A duração em média dessa viagem é de 05 a 08 dias, mais pode ser reduzido esse tempo de viagem por meio de avião (em média 2 horas), conforme SOUZA (2009).

O principal meio de transporte na bacia do Purus, em especial em seu trecho médio e baixo, é o fluvial. Praticamente todo o abastecimento das cidades, além do escoamento de produtos e transporte de passageiros, é realizado pelo rio. Porém, na época de seca, o trecho à montante da cidade de Lábrea torna-se crítico para a

navegação. Nesses períodos, apenas pequenas embarcações conseguem transitar pelo rio, além do maior tempo gasto nos percursos, devido à ausência dos "furos" (atalhos naturais na época das cheias).

O escoamento da produção é um dos aspectos que dificulta a expansão dos municípios da região como um todo. O transporte rodoviário, ainda que precário, representa uma alternativa para municípios como Lábrea e Tapauá. Para atingir este último, é necessário navegar pelo rio Purus até o rio Mucuím (afluente do rio Purus) que tem conexão com a BR-230. A partir dos municípios citados, os principais destinos das mercadorias e produção são os municípios de Manaus, Humaitá e Porto Velho. No entanto, no período de chuvas, as estradas ficam praticamente intransitáveis (AHIMOC, 2008).

Conforme LIMA (2008), essa região vem apresentando elevadas taxas de desflorestamento nas áreas de florestas e nas áreas de savanas. Por exemplo, no ano de 2003 foram 580,4 km^2 de área desmatada, enquanto que em 2004 foram 649,5 km^2.

Ainda o mesmo autor, considera dois fatores responsáveis pelo incremento do desmatamento nesse município: a) os incentivos do governo estadual a produção de soja e arroz visando a politica de interiorização regional e b) a rodovia BR 230 que permite aos municípios vizinhos migrarem a região promovendo o cultivo de arroz e soja, a grilagem de terras, a exploração madeireira e a especulação fundiária LIMA (2008).

Dados do INCRA (2004) apud LIMA (2008) informam que migrantes dos estados de Mato Grosso, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Maranhão, Goiás e Rondônia ocupam terras públicas da União para plantação de grãos.

6.2.2.2 Humaitá

O município de Humaitá foi criado pelo Decreto nº 31 de 04 de fevereiro de 1890, localiza-se a margem esquerda do Rio Madeira, possuindo uma área de 33.072 km^2 , correspondendo a 2% do território estadual.

Está localizado na messorerregião sul amazonense e na microregião 13 – Madeira na classificação do IBGE (2008), dista de Manaus em linha reta 580 km e 959 km via fluvial. Limita-se ao norte com o município de Manicoré, ao sul com o Estado de Rondônia, ao leste com Manicoré e a oeste com os municípios de Tapauá e Canutama.

É o único município do amazonas que tem acesso ao restante do país por rodovia com ótimas condições de infraestruturas. Está localizado às margens do Rio Madeira, no entroncamento das Rodovias BR 319 (Porto Velho – Manaus) e BR 230 (Transamazônica).

IBGE (2008) estima que sua população é aproximadamente 40.735 habitantes e IDH 0,678 (ONU, 2005).

O Rio Madeira é um dos meios de transporte mais importante da região porque dele se tira a água, o peixe e em alguns lugares o ouro, além de ser a hidrovia responsável pelo escoamento à produção de grãos de soja do Centro Oeste brasileiro e de Rondônia para Itacoatiara e Belém e de lá, para o comércio exterior. O percurso de barco entre Humaitá e Manaus leva cerca de 4 dias (SOUZA, 2009).

Humaitá está situada na Planície Amazônica e seu relevo contém:

- Terra firme: são terrenos altos que não alagam. Neles nascem grandes árvores tanto para venda quanto para uso local, como: acariquara, castanheiras, seringueiras (Havea Brasiliense), cedro, curupira, itaúba, jatobá, louro e pau-rosa.

- Várzea: terrenos baixos e alagadiços, localizados às margens dos rios, lagos e paranás. Após alagada, ela seca ficando com as terras férteis prontas para agricultura. Exemplos de várzea: Ilha das Pupunhas, Puruzinho, nestes terrenos aparecem extensões de areia (Praias).

- Igapós: terrenos mais baixos das margens dos cursos d'água escura, estão permanentemente alagados, existindo uma vegetação típica, como: apuizeiro, buriti, tarumanzeiro e marajazeiro. E é utilizado também para pesca.

A BR-319 é uma rodovia federal diagonal brasileira, que liga as cidades de Porto Velho e Manaus, na Região Norte do Brasil. Ela é o principal acesso a várias cidades do sul do Amazonas, tais como: Borba, Beruri, Careiro, Careiro da Várzea, Humaitá, Lábrea e Manaquiri. Sua extensão é de 880,4 km, dos quais 859,5 no Amazonas e 20,9 em Rondônia.

O Governo do Estado vem contribuindo com incentivos através de programas especiais de financiamentos e orientação técnica que visam melhorar e aumentar a produção, nas diversas frentes de trabalho. É o chamado III Ciclo.

O município conta com as atividades economicas de pecuária de bovinos, piscicultura, pesca artesanal e agricultura de arroz, soja, milho, cupuaçu e hortaliças. Além disso, tem o artesanato, fábricas de doces e licores, beneficiadoras de castanha, movelaria, madeireiras, extrativismo vegetal e garimpo. Sendo a porta de entrada do Amazonas para quem vem do Centro Sul do país há perspectivas de que o município torne-se um centro regional importante. Em alguns aspectos ele já se destaca em relação ao estado do Amazonas.

Uma atividade que vem se destacando atualmente é a coleta de produtos da floresta que possam ser aproveitados no artesanato, na indústria de cosméticos e de produtos farmacêuticos. Esse trabalho é realizado principalmente pelos ribeirinhos, chamados "Catadores da Floresta", que têm a preocupação de preservar o meio-ambiente, valorizando a floresta, nos moldes do Desenvolvimento Sustentável.

O cultivo de soja teve inicio com o Programa Terceiro Ciclo, em 1996, em campos naturais com gramíneas. A produção saltou de 1144,5 t em 1997 para 6304,5 t em 2004, obtendo em média 45 sacos/ha. Nesse período a área de plantação também saiu de 545 ha para 2335 ha em 2004.

FEARNSIDE (2004) comenta que os trabalhadores qualificados do estado de Rio Grande do Sul eram trazidos para operar a maquinaria agrícola em Humaitá.

6.2.2.3 Novo Aripuanã

Em 19 de dezembro de 1955, pela Lei Estadual nº 96, criou o município de Novo Aripuanã, desmembrado dos municípios de Borba e Manicoré, e constituído pelo território dos distritos de Foz do Aripuanã e Sumaúma, do primeiro e dos Sub-distritos de Alvorada, Manicorezinho e Itapinima do segundo, tendo como sede a Vila de Foz do Aripuanã, elevada à categoria de Cidade.

O município de Novo Aripuanã é constituído de território desmembrado de Borba e Manicoré, por isso está sua historia ligada estreitamente à esses municípios, com 41.191 km^2. O rio Madeira é a principal via de acesso a toda sua área. Sua população estimada em 2008 está entorno de 18.952 habitantes. Distante a 227 quilômetros em linha reta até Manaus cujas coordenadas geográficas são (S $5^o18'$,W$60^o23'$), segundo IBGE (2008).

Atualmente é o último lugar do planeta onde ainda se descobrem novas espécies de mamíferos. Na região amazônica, foram achadas sete novas espécies de macacos desde 1990, o último deles no ano passado às margens do Rio Aripuanã. Só no Parque Nacional do Jaú, foram descobertas nos anos 90, doze novas espécies de peixes, duas de roedores, dois tipos de sapos e duas árvores, ainda ignoradas pela ciência

O município de Novo Aripuanã está situado na mesoregião Sul Amazonense e na micro região do Madeira segundo a classificação do IBGE, com uma população total de 18.952 habitantes, o que eqüivale a uma densidade demográfica de 0,46 hab/km^2. Apresenta uma altitude de 40 m acima do nível do mar.

O município foi criado pela Lei Estadual Nº 96 de 19/12/1955, que o desmembrou do município de Borba, tendo sua área territorial reduzida através da Emenda Constitucional nº 12, que criou o município de Apuí.

Na região de Apuí, Manicoré e Novo Aripuanã, as principais frentes de pressão são oriundas dos grandes projetos de assentamentos do INCRA (Acari, Juma e Matupi), caracterizados por um processo de abandono da produção familiar, levando à pecuarização dos assentamentos (SDS, 2008).

6.2.2.4 Manicoré

O município de Manicoré, foi criado pela Lei Nº 362 de 04 de junho de 1877. Em 1878, pela Lei Nº 385, Manicoré torna-se sede da Comarca do Rio Madeira, que se instala a 12 de dezembro de 1881, e ganha o status de cidade em 4 de maio de 1896. No Governo de Plínio Ramos Coelho, no ano de 1955, parte do território de Manicoré é desmembrado para formar o município de Novo Aripuanã.

Manicoré localiza-se na mesorregião Sul Amazonense, correspondendo a microrregião 13 do Madeira, situando-se a 5º 50' de latitude sul e a 61º18'30" de longitude a oeste de Greenwich distando 333 km de Manaus em linha reta e 421 km por via fluvial, principal meio de acesso a Manaus e Porto Velho. Possui uma área total de 48.282 km^2 o que corresponde a 3% do território Estadual e uma densidade demográfica de 0,77 habitantes por km^2 (IBGE, 2007).

Os limites do município são: Norte – Municípios de Beruri e Borba; Leste – Novo Aripuanã e Apuí; Oeste Tapauá e Humaitá e a Sul com o Estado do Mato Grosso e Rondônia.

Assim como o conjunto do interior do Estado do Amazonas, a economia do Município de Manicoré é de pouco significado, no contexto do Estado. Em 2006, a arrecadação municipal total somou R$ 32,7 milhões, segundo Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

Na economia do Município o setor primário é o de maior expressão, no qual a agricultura concorre com 62%, a pecuária com 18%, o extrativismo com 15% e a

avicultura 5%. A agricultura é baseada no cultivo de banana, arroz, feijão, milho, fumo, mandioca, juta, abacate, tucumã, citros, abacaxi e hortaliças em geral (MACIEL, 2008).

A pecuária é, basicamente, constituída pela bovinocultura, com uma produção residual de bubalinos e aves.

LIMA (2008) considera que o processo de desflorestamento neste município se deve a ocupação irregular de terras, a exploração de madeiras e a expansão do cultivo de grãos. Aliado a esses fatores, SDS (2008), afirma que as áreas de campos naturais nos municípios de Manicoré, Humaitá, Canutama e Lábrea sofrem fortes pressões com a implantação de culturas intensivas de grãos, com alta tecnologia e investimentos empresariais.

Estudo de MACEDO e TEIXEIRA (2009) sobre focos de calor e identificação de cicatrizes de queimadas no Sul do Amazonas constataram que os incrementos verificados se concentram nas adjacências de áreas já alteradas, expandindo a fronteira já consolidada. A porção oeste, ao longo da BR 319 e a porção sudoeste do município se encontram mais antropizadas, sobretudo nas áreas de cerrado, a apartir do trecho em que a BR-319 cruza a BR-230 e segue em direção a Porto Velho.

6.3 Formulação da rede de transporte

O sistema rodoviário no sul do estado possui dois tipos de estruturas. Uma diagonal com a BR 319. Outra, transversal com a BR 230, tendo como seus destinos principais a capital do Estado e a cidade de Itacoatiara.

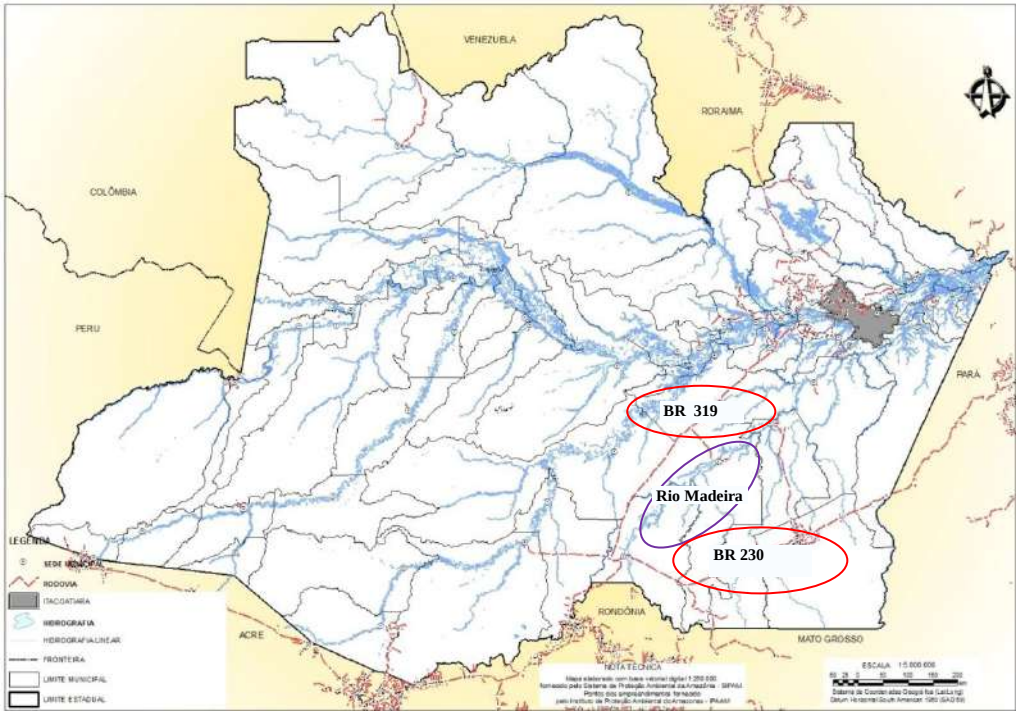


Figura 6.3. : Localização das modalidades de transporte no sul do Amazonas.

6.3.1. Sistema rodoviário

A BR-319 possui 885,4 km de extensão, sendo 859,5 km no Estado do Amazonas, que atravessa os municípios de Canutama, Humaitá, Tapauá, Manicoré, Beruri, Borba, Manaquiri, Careiro, Careiro da Várzea e Manaus. As condições atuais de superfície e trafegabilidade são variáveis. Os 165 km entre Careiro da Várzea (na margem direita do Rio Amazonas) e Careiro (na margem do Rio Tupãna) possuem asfalto em condições razoáveis de trafegabilidade. No entanto, os 500 km seguintes – até o entroncamento com a BR-230 – encontram-se virtualmente intransitáveis, sem asfalto e com problemas em suas pontes. A única manutenção vem sendo executada pela Embratel, restringindose à manutenção de pontes.

A maior parte desse trecho também se encontra desabitada. O trecho final de 180 km, entre Humaitá e Porto Velho, está pavimentado e em estado regular, mas com muitos buracos e com pontes de somente uma faixa, permitindo condições razoáveis de trafegabilidade (ÁRBOCZ *et al.*, 2005; DNIT, 30/10/2008). As travessias dos rios

Castanho, Tupãna, Igarapé-açu, Madeira (em Porto Velho) e Amazonas (entre Manaus e Careiro da Várzea) são feitas, atualmente, por meio de balsas.

CHOMITZ e THOMAS (2000) apud MACIEL (2009) consideram que 75% dos desmatamentos situam-se a menos de 25 km de distância de alguma rodovia municipal, estadual ou federal, e 85% a menos de 50 km de algumas destas estradas.

6.3.2 Sistema Hidroviário

O deslocamento de cargas e passageiros aos municípios do estado do Amazonas é realizado por embarcações, ônibus/ caminhões ou aviões. 65 % dos municípios possuem acesso por hidrovia, 13% por rodovia e os 22% aereo (SOUZA, 2009).

Para os transportes de cargas entre as cidades ribeirinhas e a capital do estado, bem como entre si e nas suas comunidades rurais no sul do Estado destacam-se os principais rios Madeira e Purus (Figura 6.3).

6.3.2.1 Hidrovia do Madeira

A hidrovia do rio Madeira é parte integrante do Corredor Noroeste de Transporte, um dos grandes investimentos públicos em transporte na região, desde os anos noventa (BRASIL, 2000). Grande parte da carga transportada por meio desta hidrovia ainda é oriunda da região centro-oeste do Brasil, que a utiliza para chegar até os terminais graneleiros do Porto de Itacoatiara e de Santarém, e daí encaminhar seus grãos para os países como a Europa e Ásia (GEIPOT, 2001).

O Rio Madeira forma uma sub-bacia da amazônica, com uma área de cerca de 1,5 milhões de quilômetros quadrados, dos quais 7% no Peru, 45% na Bolívia e 48% no Brasil, onde abrange os estados do Amazonas, Acre, Mato Grosso e Rondônia. Pertencem ainda a esta sub-bacia o Rio Beni, o Rio Mamoré e o Rio Guaporé.

Considerado como um rio novo, o Madeira ainda não tem sua calha plenamente definida. Seu grande volume de água, cuja média anual alcança cerca de 20.000m^3 por segundo, sua capacidade erosiva, a presença de volumes altos de sedimentos em

suspensão, bem como o transporte de toras de madeiras arrancadas da floresta ciliar pela força da água, torna sua navegação e travessia perigosas (AHIMOC, 2008).

O Rio Madeira é o afluente mais importante e de melhor navegabilidade do Rio Amazonas. Isto se deve a seu traçado natural, com poucas sinuosidades. Seu comprimento, até a foz, no Rio Amazonas é de cerca de 1238 km.

A vazão média do rio Madeira, não varia muito de um ano para o outro. Seus máximos flutuam entre 35.000 m^3/s e 30.000 m^3/s, conforme dados da administração do Porto de Porto Velho. No entanto em um mesmo ciclo hidrológico esta variação é brutal, na cheia a descarga atinge as cifra supras citadas, e no clímax da vazante atinge valores entre 5.000 m^3/s a 10.000 m^3/s.

Conforme Administração de Hidrovias da Amazônia Ocidental AHIMOC (2008), o rio Madeira, apresenta um fenômeno de dinâmica muito particular conhecido regionalmente como “enchente de cima, e enchente de baixo”. A primeira é decorrente da discordância do seu ciclo hidrológico e atinge toda a extensão do rio, ocorre no período de dezembro até abril, quando o rio Amazonas ainda se encontra com águas baixas. A partir de abril inicia-se o ciclo da vazante do rio Madeira, enquanto que o rio Amazonas ainda está no seu ciclo de cheia e, por apresentar, na foz do rio Madeira, uma cota de água mais alta, engolfa-o represando-o até a altura de Manicoré. O limite superior desse fenômeno é denominado regionalmente de “Barra da Enchente de Baixo” e provoca uma redução brutal de sua dinâmica sendo responsável pela formação temporária de ilhas móveis de sedimentos que desaparecem no período da cheia de cima.

Tal fenômeno apesar de ser natural, vem sofrendo forte impacto decorrente da atividade de erosão antrópica descontrolada, o que provoca a precipitação de grandes quantidades de sedimentos grosseiros de origem urbana, gerando bancos e dunas de areia na área de represamento e, provocando obstruções móveis no canal de navegação em curtíssimos espaços de tempo (24 horas).

Em virtude de que nos últimos oito anos tem ocorrido uma seqüência de intensas enchentes, a "barra" se estabilizou na altura de Manicoré, dando maior magnitude aos problemas de assoreamento. Quando o ciclo hidrológico é intercalado por enchentes de diferentes intensidades, a "barra" se desloca, afetando também o município de Novo Aripuanã .

A cidade de Manicoré é a mais prejudicada pelo fenômeno, porém, ele está presente nas demais cidades a jusante. Nas figuras abaixo podemos observar os hidrogramas, vazão e velocidade de corrente do rio Madeira, desde Villabela (alto Madeira) até a sua foz no rio Amazonas. Nas curvas de vazão abaixo, podemos observar, claramente, a partir de Manicoré, uma abertura nas curvas-chaves à medida que se caminha para a foz, o que é devido ao efeito remanso do rio Amazonas no rio Madeira (enchente de baixo), e a sua influência com relação ao fluxo de sedimentos, conhecido por "histeresis" ou curva em laço.

A Bacia do Rio Madeira é divida em dois trechos: alto e baixo madeira.

Alto Madeira: Sua formação se dá pela junção dos rios Beni e Mamoré a 42 km a jusante de Guajará Mirim-RO. O rio Beni, cuja nascente é nas proximidades de La Paz, Bolívia, possuindo como principal afluente, o Rio Madre de Dios. O rio Mamoré ou Ichilo, para os bolivianos, também possui nascente nos Andes bolivianos e tem seu principal afluente, o rio Guaporé, que nasce no Mato-Grosso (COPPETEC, 2005).

Este seu início na junção dos Rios Beni e Mamoré até a cachoeira de Santo Antônio, e um trecho bastante encachoeirado. Cachoeiras expressivas são as de Teotônio e de Santo Antônio, logo a montante de Porto Velho e a do "Jirau". O trecho, atualmente, não é navegável.

Pertence a sub-bacia do Madeira os rios Mamoré e Guaporé. O rio Mamoré tem diversas nascentes, oriundas dos contrafortes da cordilheira dos Andes, entre La Paz, Cochabamba, Oruro e Sucre. Pode ser caracterizado como um rio rápido e turbulento, engrossado por inúmeros rios formadores e com saltos bruscos. O Mamoré no trecho

entre Guajará-Mirim e Porto Velho, tem cerca de 360 quilômetros sendo bastante encachoeirado, sendo chamado de trecho das corredeiras. Esse começa com a cachoeira de Mamoré, logo a jusante da cidade de Guarajá -Mirim e termina a montante de Porto Velho com a corredeira de Santo Antônio.

O Rio Guaporé, da sub-bacia do Rio Madeira, nasce nos contrafortes da Serra dos Parecis, a uma altitude de 650 metros. O Rio na quase totalidade de seu curso forma a divisa do Brasil com a Bolívia.

O Rio Guaporé tem um regime tranqüilo e navegável. Seus trechos são:

- da foz, junto ao Mamoré, até Pimenteiras do Oeste - RO – a extensão é de 538 km; o trecho permite navegação na época da cheia, que duram 5 meses por ano, de embarcações com calado de até 3 metros. No período da estiagem, que vai de junho a novembro, os calados são de até 1,0 metro.

- De Pimenteira do Oeste à cidade de Vila Bela da Santíssima Trindade, próxima à barra do Rio Alegre, a extensão é de 482 quilômetros, com larguras variáveis e muitos obstáculos. No período das secas, o calado é de 0,60 m e este diminui à medida que se sobe o rio. Os principais obstáculos são os bancos de areia, paus e troncos de árvores caídas. O rio chegou a ter expressiva importância no passado, para o abastecimento da cidade de Vila Bela da Santíssima Trindade, perdendo importância com o desenvolvimento das rodovias.

Neste trecho existe a navegação de travessia da BR – 364 em Abunã, com balsas para o transporte de veículos que trafegam na estrada. Também existe a exploração mineral de ouro em dragas flutuantes que são atendidas por embarcações auxiliares de apoio. A navegação de pesca é realizada em regime artesanal por pescadores regionais.

Baixo Madeira: para AHIMOC (2008), este trecho vai desde Porto Velho até a foz, no Rio Amazonas, com uma extensão de aproximadamente 1056 km, desnível de 19 metros, declividade de 1,7 cm/km, e largura, geralmente com mais de 1000 metros.

Este trecho é o comercialmente navegável na atualidade. A partir de Porto Velho, pode-se navegar em qualquer época do ano.

A via é de fundamental importância para o transporte de cargas na região e por ela são transportados produtos como soja, fertilizantes, derivados de petróleo, cimentos, frutas, produtos frigorificados, veículos, bebidas e carga geral. Atualmente a sua atividade mais expressiva vem sendo o escoamento produção de soja do centro-oeste do Brasil e da região Amazônica até os mercados consumidores no exterior (AHIMOC, 2008).

Navegável durante todo o ano, a hidrovia tem o período de águas altas entre fevereiro e maio e período de águas baixas entre julho e outubro, sendo que neste último os obstáculos à navegação são mais freqüentes, devido aos bancos de areia, pedrais e troncos de árvores (chamados paliteiros) que surgem e aumentam a necessidade de manutenção, trabalho este que é de responsabilidade da AHIMOC.

A intermodalidade do transporte de carga é feita integrando as formas rodoviária, fluvial e marítima. A rodovia Cuiabá-Porto Velho (BR-364) é utilizada no trecho Chapada dos Parecis – Porto Velho, onde a carga é transferida para as balsas que compõe o comboio que a transportarão pela hidrovia do Madeira até Itacoatiara ou Santarém, onde estão localizados os grandes terminais graneleiros que embarcam a soja nos navios de longo curso para transporte até o seu destino ou a armazena nos silos climatizados ali existentes aguardando o embarque. O percurso de volta normalmente é feito trazendo fertilizantes transbordado em outro terminal também implantado em Itacoatiara, onde também já existe implantado um complexo industrial que processa parte da soja com a produção de farelo e óleo.

A Hidrovia do Rio Madeira, com a estrutura hoje disponível, entrou efetivamente em operação no ano de 1997. Antes deste período a navegação no rio era do tipo "natural", ou seja, baseada apenas no conhecimento e na experiência dos práticos das embarcações e dos habitantes das localidades ribeirinhas, que se baseavam somente no curso do rio para indicar a direção. Não havia nenhuma garantia institucional de infra-

estrutura de transporte e, assim, não havia segurança suficiente para atrair investimentos que necessitassem do transporte hidroviário. O trecho utilizado era Porto Velho - Manaus e, juntamente com o Rio Amazonas, a partir da cidade de Belém, se constitui em porta de entrada essencial para o abastecimento dos estados do Amazonas e Roraima, principalmente no que diz respeito a carga geral, dentre os quais gêneros alimentícios, material de construção, veículos e combustíveis.

Com a expansão da fronteira agrícola para o Centro-Oeste do Brasil, principalmente da soja, que encontrava ali terras propícias ao seu cultivo, devido às extensas áreas de cerrado existentes na região, veio a necessidade do investimento em uma infraestrutura de transporte que permitisse a redução dos custos da soja brasileira e garantisse a sua competitividade internacional. Para que a Hidrovia começasse a operar não foram necessárias grandes obras, uma vez que o rio Madeira sempre foi uma via naturalmente navegável. Foi necessário apenas começar a monitorá-la, fazendo os devidos registros hidrográficos, batimetria para implantar a sinalização e também manter um cronograma de dragagem para evitar os encalhes durante os períodos de seca.

Atualmente a área de influência da hidrovia, no estado do Amazonas, inclui os municípios de Humaitá, Manicoré, Borba, Nova Olinda do Norte e Itacoatiara. Além do Amazonas recebem influência da Hidrovia também os estados de Rondônia e Mato Grosso. Dentre os municípios do Amazonas, aquele que foi mais beneficiado com a implantação da Hidrovia foi Itacoatiara, que recebeu um grande terminal graneleiro, além de uma esmagadora de soja. Conforme mencionado anteriormente, também teve início uma pequena plantação de soja, na área degradada pela construção da AM-010 (Manaus-Itacoatiara).

6.3.3 Terminais Portuários

Os portos são elementos de suma importância para a economia de um país, pois são as principais portas de entrada e saída do comércio exterior, uma vez que é ponto de passagem de boa parte das mercadorias. Conforme afirma SOUZA (2002), os portos são

considerados elos logísticos estratégicos para integração de um país à economia globalizada.

Segundo CAIXETA FILHO e MARTINS (2001), os transportes têm a função básica de proporcionar elevação na disponibilidade de bens, pois colocam as mercadorias em locais onde não estariam disponíveis.

6.3.3.1 Porto de Porto Velho

O Porto está localizado na margem direita do rio Madeira, a 2 km a jusante da cidade de Porto Velho (RO), distando aproximadamente 80 km a montante da foz do rio Jamari. Sua adminstração é realizada pela Sociedade de Portos e Hidrovias de Rondônia (SOPH), por delegação ao estado de Rondônia.

Segundo a FRF (2004), a vocação portuária do Porto de Porto Velho deu-se na década de 20, com as primeiras rampas implantadas pela Estrada de Ferro Madeira-Mamoré. Na segunda metade da década de 70, a Portobrás deu continuidade construindo as rampas Ro-Ro e em 1988 inaugurou o terminal flutuante e o pátio das gruas. Com eles foram instalados e alocados os equipamentos existentes, que, em sua grande maioria, estão funcionando com dificuldades. O porto, que até pouco tempo era de carga geral, passou a ser também graneleiro, fruto da instalação no terminal de exportação de soja e de importação de fertilizantes.

DNIT (2010), conforme a Portaria-MT nº 1.012, de 16/12/93 (D.O.U. de 17/12/93), comenta que área do porto organizado de Porto Velho, no estado da Rondônia, é constituída:

a) pelas instalações portuárias terrestres existentes na margem direita do rio Madeira, desde a extremidade norte do porto, a jusante da rampa ro-ro, até a extremidade sul, a montante dos dolfins de atracação do cais flutuante, abrangendo todos os cais, rampas ro-ro, docas, pontes, píeres de atracação e de acostagem, armazéns, pátios, edificações em geral, vias internas de circulação rodoviárias e, ainda, os terrenos ao longo dessas

faixas marginais e em suas adjacências, pertencentes à União, incorporados ou não ao patrimônio do porto de Porto Velho, ou sob sua guarda e responsabilidade;

b) pela infraestrutura de proteção e acessos aquaviários, compreendendo áreas de fundeio, bacias de evolução, canal de acesso e áreas adjacentes a esse até as margens das instalações terrestres do porto organizado, conforme definido no item "a" acima, existentes ou que venham a ser construídas e mantidas pela Administração do Porto ou por outro órgão do poder público.

É com alvo nas novas demandas regionais e no aumento da movimentação de carga geral, principalmente com a utilização de contêineres, que hoje a Administração Portuária, anseia em melhorar sua infraestrutura.

O Porto de Porto Velho está em uma localização estratégica para o desenvolvimento da região norte e escoamento das safras agrícolas do centro-oeste.

Conforme DNIT (2010), o porto é composto de três terminais: um para operações ro-ro, contendo duas rampas paralelas que se estendem até um pátio de estacionamento descoberto, com 10.000 m^2, dispondo, ainda, de outro pátio, também descoberto, não pavimentado, com área idêntica; um segundo denominado Pátio das Gruas, desprovido de cais de atracação, com movimentação direta para uma área de 10.000 m^2, e, um terceiro, que opera carga geral, dotado de um flutuante de acostagem, de 115 m, com 5 berços, ligado à margem por uma ponte metálica de 113,5m de vão. As profundidades nesses terminais são definidas pelo regime das águas do rio Madeira, apresentando as variações extremas de 2,5 m e 17,5m. O porto possui um armazém para carga geral, com 900m^2. A Hermasa, que arrendou uma área no porto, construiu quatro silos (figura verticais para movimentação de soja com o uso de esteiras transportadoras e um carregador de embarcações para o escoamento de grãos no cais flutuante, no terceiro terminal.

Figura 6.4 Terminal graneleiro de soja em Porto de Porto Velho (DNIT, 2010)

O Porto deverá fechar o ano de 2010 com a exportação de 3 milhões de toneladas de produtos, com destaque para grãos, carne e madeira, embora outras cargas sejam movimentadas também como, milho, açúcar, e adubo, sendo o último material importado e os demais exportados (RONDÔNIA DIGITAL, 2010).

Este porto opera com apenas um barco empurrador que é capaz de levar 12 balsas de soja, com capacidade para 2 mil toneladas cada uma. Segundo EDEMIR (2010), este empurrador conduzindo as 12 balsas transporta 24 mil toneladas de soja, gastando a mesma quantidade de diesel que uma carreta, que tem a capacidade de transporte de uma tonelada. “Isso garante mais economia, e ainda menos perdas de grãos como acontece ao longo da estrada”.

6.3.3.2 Porto de Itacoatiara

As exportações do complexo da soja brasileira estão concentradas em quatro grandes grupos multinacionais – BUNGE, CARGILL, ADM e DREYFUS. A participação dessas empresas em 2004 representou 72,3% das exportações do complexo da soja nacional, rendendo U$$ 1.863 milhões. No grupo das empresas nacionais, a participação correspondeu a menos da metade das exportações do complexo comparativamente.

Porém, se for considerado que se trata apenas de seis empresas nacionais, essa participação torna-se bem mais significativa, ao mesmo tempo em que demonstra a alta concentração da participação entre as empresas nacionais ligadas ao setor. Basicamente, AMAGGI, COAMO e COIMEX concentram mais da metade das exportações entre as empresas nacionais (FSP, 2005). Na Amazônia, as empresas AMAGGI e a CARGILL respondem diretamente pela exportação da soja produzida dos estados Amazônicos. O GRUPO MAGGI, em parceria com o governo do Amazonas, implantou o Terminal Graneleiro de Itacoatiara e a CARGILL construiu o Porto de Santarém (PA).

O porto de Itacoatiara localiza-se no município do mesmo nome, situado à margem esquerda do Rio Amazonas. Foi incentivado pelo PTCD e resultou na implantação das seguintes unidades de propriedade da Hermasa Navegação: a) Porto Graneleiro; b) Terminal de Fertilizantes; c) Estaleiro; d) Indústria Esmagadora; e) Unidade de geração de energia189; f) Unidade beneficiadora de leite de soja e de fabricação de pão; g) Escola de Fluviários (LIMA, 2008).

O acesso ao terminal de Itacoatiara é possível por via terrestre, através da AM-010, e por via fluvial através do Rio Amazonas. Conta com um transbordador flutuante para carga e descarga, sistema de atracação de navios graneleiros, sistema de sinalização, esteiras transportadoras com capacidade de 1,5 mil t/hora, moega rodoviária e balanças de fluxo de carga, retroporto com capacidade estática de armazenagem climatizada de 300.000 t granéis sólidos e 24.000 litros de óleo de soja. No terminal de Porto Velho o sistema de armazenamento e transbordo é composto por balanças de carga, moegas rodoviárias com basculamento hidráulico, silos graneleiros com capacidade de 45 mil t, sistema de carga e descarga de granéis sólidos utilizando esteiras transportadoras e silos. O acesso a este porto pode ser rodoviário, pela BR-364 (Cuiabá - Porto Velho) ou fluvial, pelo rio Madeira.

O terminal graneleiro de Itacoatiara empregava inicialmente apenas 17 pessoas (OSAWA, 1999). Seu depósito tinha a capacidade de armazenamento para 90.000 t. Desde que o terminal começou a operar, 145 caminhões por dia têm chegado em Porto Velho carregados de soja. A soja é transferida para barcaças para descer o rio Madeira

até o porto de Itacoatiara, onde é armazenada e carregada em navios para exportação. Esta rota de exportação reduziu o custo de transporte por um fator de três, mudando o contexto econômico para agricultura na bacia do rio Madeira.

Figura 6.5 Terminal graneleiro de soja em Porto Itacoatiara (Grupo Maggi, 2010)

6.3 Divisão em subáreas

Com o mapa do Estado do Amazonas confeccionado, passou-se para a próxima etapa que foi a subdivisão da área de estudo adotando a metodologia IBGE. Assim, a mesorregião Sul foi dividida em apenas 5 (cinco) municípios em virtude de serem os estes os cultivadores de grãos que permanecem produzindo a soja (figura 6.6). Desses municípios, excluiu-se o município de Lábrea por não produzir mais soja, segundo dados oficiais coletados junto ao IPAAM (2009) e confirmados pelo CONAB (2010).

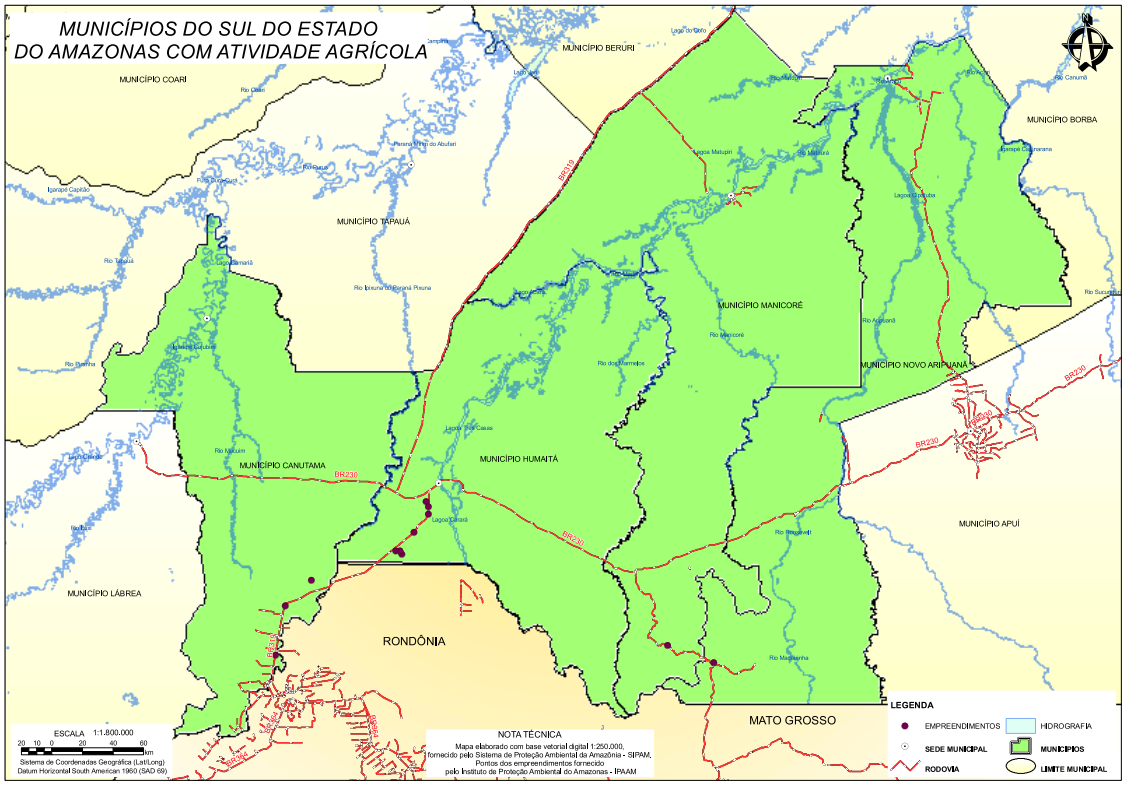


Figura 6.6: Subdivisão segundo critérios do IBGE em mesorregião Sul do Estado.

Após a localização dos empreendimentos, constatou-se que os números de pontos eram insuficientes para elaboração dos gráficos que correlacionam os índices de desmatamento com o índice de acessibilidade da região de estudo. Optando-se dessa forma em utilizar como novo critério de subdivisão outros parâmetros. Um deles pode ser o limite das hidrovias e rodovias e as áreas de desmatamentos relacionados com objeto de estudo. Apartir desse novo critério elaborou-se o novo mapa das subdivisões conforme figura (6.6). Devido à grande extensa das áreas no Estado, optou-se na subdivisão das áreas considerando ambos os critérios.

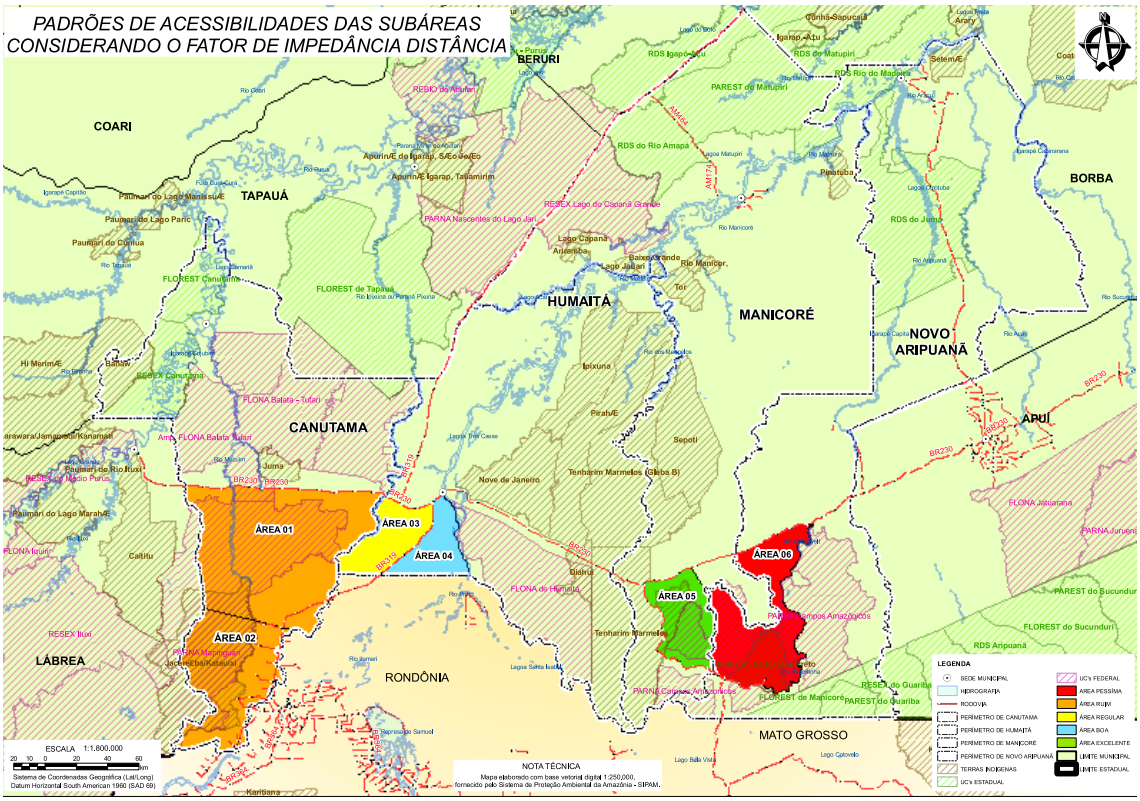


Figura 6.7: Nova subdivisão das áreas com a localização dos produtores e dos seus respectivos centróides.

Constataram-se durante o lançamento das coordenadas para confeção das poligonais dos empreendimentos no mapa da região Norte que os produtores cadastrados e licenciados pelo IPAAM localizam-se nos municípios Canutama, Humaitá, Manicoré e Novo Aripuanã. Assim, aplicando o critério de divisão da área o município de Canutama ficou subdividido em 2 (três) áreas, enquanto o município de Humaitá em 2 (três) e Manicoré e Novo Aripuanã, ambos com 01 (uma) área.

A seguir serão calculados os centróides das 6 (seis) subáreas dos municípios produtores de grãos de soja.

6.5 Identificação dos centróides

Para determinação dos centróides das áreas subdivididas, utilizou-se o próprio software ArcGis para identificação e cálculo dos centróides. Na figura 6.5 estão plotados os centróides e suas respectivas áreas, além da localização dos

empreendimentos. Cabe ressaltar que este centro de cada área representa o centro das atividades produtoras e não o centro geográfico do município.

Os índices de acessibilidade das subáreas do sul do Amazonas, área em estudo, serão medidos com base em um grafo de trabalho, construído a partir do sistema viário/hidroviário, no qual serão identificados os centróides de cada área produtora, bem como os nós associados (figura 6.7).

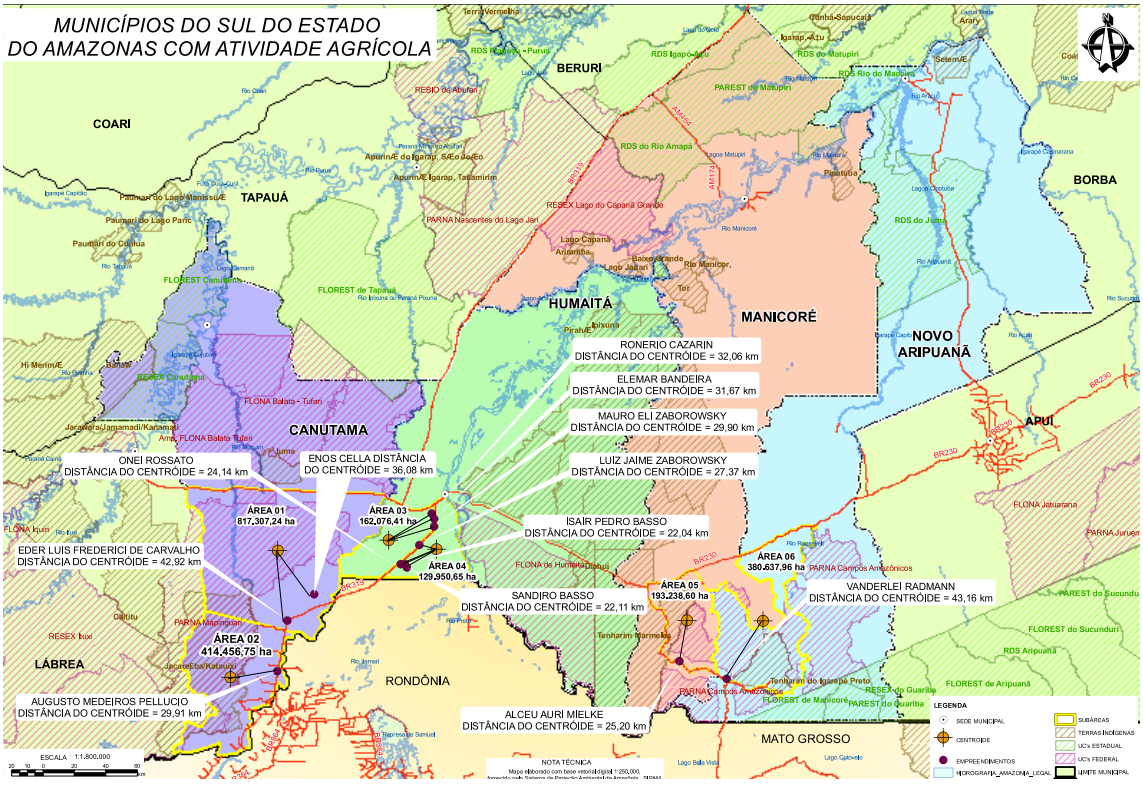


Figura 6.8: Localização dos centróides das subárea

6.6 Escolha dos indicadores de acessibilidade

Escolheu-se para determinação dos indicadores de acessibilidade o modelo simples que relaciona a acessibilidade com o inverso da distância, aplicando-se a equação 5.4 e com auxílio do software Excel, determinou-se os indices de acessibilidade considerando como fatores de impedâncias a distância, tempo e o custo por tonelada transportada de soja na região.

Assim, fez-se necessário a obtenção das distâncias, do tempo e do custo por km transportada. O determinação das distâncias foram obtidas com auxílio de software ArcGis 9.3 e do tempo por meio do Excel. Como o calculo do tempo e obtido pela divisão da media da velocidade nas rodovias, constatou-se que os gráficos são similares aos da distancia, portanto, não sendo necessários seus cálculos.

Na tabela 6.2 constam para cada produtor de soja suas respectivas distância do centróide das subáreas até a rodovia e hidrovia mais próxima e dos centróides até os portos de Porto Velho e Itacoatiara tanto para os trechos em rodovias quanto para os trechos em hidrovia.

6.7 Resultados do cálculo dos indicadores de acessibilidade e desflorestamento

Para cada subárea produtora do cultivo de grãos de soja calculou-se os indicadores de acessibilidade considerando apenas o fator de impedância distância, tendo em vista que tanto o tempo quanto o custo por serem determinandos levando em conta a velocidade media e o custo medio por modalidade, ambos resultam nos mesmos gráficos e valores para o R^2.

A análise estatística foi efetuada nos dados obtidos empregando os programas MINITAB 14 (versão acadêmica) e Bioestast 2.0. Os procedimentos de análise descritivas, relativos aos cálculos das médias e gráficos foram realizados inicialmente. A comparação entre médias (variáveis quantitativas) foi realizada utilizando-se um modelo de Análise de Variância (ANOVA) e teste correlação. Todas as análises foram realizadas considerando um limite de significância igual a 0,05 e um coeficiente de confiança de 95%.

Tabela 6.2: Resultado dos indicadores de desflorestamento e acesssibilidade as 6 subáreas

		Indicador Desflorestamento	Indicador de Acessibilidade Distância (km)			
Municipios	**Sub-áreas**	**Área absoluta Desmatada (ha)**	**Rodovia**	**Hidrovia**	**Porto velho**	**Porto Itacoatiara**
Canutama	1	419,13	0,0295	0,0094	0,0087	0,0013
	2	194,48	0,0334	0,0118	0,0028	0,0012
Humaitá	3	700,00	0,0365	0,0236	0,0041	0,0014
	4	1026,00	0,1180	0,0590	0,0043	0,0014
Manicoré	5	45,45	0,0197	0,0081	0,0027	0,0011
Novo Aripuana	6	61,26	0,0232	0,0118	0,0024	0,0011

As classes de acessibilidade para indicadores como fator de impedância distância até a rodovia foram assim definidas:

	X_m -0,675δ		Média (X_m)		X_m + 0,675δ		X_m + 1,282δ	
Péssima	0,0184	Ruim	0,0434	Regular	0,0683	Boa	0,0981	Excelente

De acordo com a distribuição de classes, apenas a subárea 4 apresenta acessibilidade excelente e as demais classificação regular. As subáreas classificadas como áreas de acessibilidades ruim representam, em sua maioria, áreas distantes da Rodovias em torno de 32,28 km. Apenas subárea 4 foi exceção, ficando classificada com acessibilidade excelente por está muito próxima da rodovia a 8,48 km.

Tabela 6.3: Resultado da acessibilidade a Rodovia considerando fator de impedância distância

Municípios	**Sub-áreas**	**Xi**	**Classificação**	**Classes**
Canutama	1	0,0295	0,0184≥**Xi** <0,0434 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
	2	0,0334	0,0184≥**Xi** <0,0434 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
Humaitá	3	0,0365	0,0184≥**Xi** <0,0434 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
	4	0,1180	Xi ≥ 0,0908 Xi ≥ μ+1,282σ	Excelente
Manicoré	5	0,0197	0,0184≥**Xi** <0,0434 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
Novo Aripuanã	6	0,0232	0,0184≥**Xi** <0,0434 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim

Quanto a hidrovia, constata-se também que a subárea 4 (Humaitá) apresenta excelente acessibilidade e a subárea 3 melhorou seu desempenho passando para a classificação regular (tabela 6.4). Nota-se que 66,66% das subáreas obtiveram acessibilidade ruim por possuirem as maiores distancias para atingirem a hidrovia, canal de acesso para escoamento e transporte dos grãos, como se pode observar na tabelas 6.4

Tabela 6.4: Resultado da acessibilidade a Hidrovia

Municípios	**Sub-areas**	**Xi**	**Classificação**	**Classes**
Canutama	1	0,0094	0,0063 ≥ **Xi** < 0,0196 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
	2	0,0117	μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
Humaitá	3	0,0236	0,0196≥**Xi** <0,0328 μ + 0,675σ ≥**Xi** <μ+1,282σ	Regular
	4	0,0589	Xi ≥ 0,0446 Xi ≥ μ+1,282σ	Excelente
Manicoré	5	0,0081	0,0063 ≥ **Xi** < 0,0196 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
Novo Aripuanã	6	0,0117	0,0063 ≥ **Xi** < 0,0196 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim

Analisando os resultados da tabela 6.5, verifica-se que a subárea 1 pertencente ao município Canutama apresenta a melhor acessibilidade por estar mais próxima de Porto Velho, sendo áreas com excelente localização para plantio de grãos. Entretanto, a subárea mais usada para a prática sojicultura são as 3 e 4.

Tabela 6.5: Resultado da acessibilidade das subáreas ao Porto de Porto Velho

Municípios	**Sub-areas**	**Xi**	**Classificação**	**Classes**
Canutama	1	0,00868	μ ≥ **Xi** <μ + 0,675 σ	Excelente
	2	0,00280	μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
Humaitá	3	0,00413	μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
	4	0,00428	μ + 0,675σ ≥**Xi** <μ+1,282σ	Regular
Manicoré	5	0,00271	μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim
Novo Aripuanã	6	0,00243	μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Ruim

De acordo com os cálculos, observa-se que subáreas 3 e 4 foram classificadas como acessibilidade boa ao Porto de Itacoatiara. Este terminal situado no município de mesmo nome é o segundo colocado em movimentação de grãos para exportação da soja. Os produtos exportados pela AMAGGI Exportação e Importação Ltda. seguem para Europa, Ásia, África e América Latina. As exportações da CARGILL foram para a Europa (Reino Unido, Holanda, França, Bélgica, Noruega, Espanha), para a Ásia (Japão, Coréia do Sul) e para América Latina (México e Panamá) (SILVA, 2006; ARACATY, 2005). Além disso, esse terminal portuário recebe outras cargas como fertilizantes, derivados de petróleo entre outros.

Segundo SILVA (2006), para o GRUPO MAGGI, a principal vantagem é a economia de frete em 35%, além da redução de custos portuários e de tempo em relação ao corredor tradicional do Porto de Paranaguá. Ao final, segundo LIMA (2008), a economia do frete e custos portuários foi 'estimada em cerca de US$ 24/t ao longo do ano, ou seja, 22% a menos do que pelo Porto de Paranaguá. Em relação ao percurso, caiu de 30 dias pelo Porto de Paranaguá para 23 dias no trajeto entre o Porto de Itacoatiara e o Porto de Roterdã' (LAZZARINI; FAVERET FILHO, 1997, p. 10-11).

Tabela 6.6: Resultado da acessibilidade das subáreas ao Porto Itacoatiara

Municípios	**Sub-areas**	**Xi**	**Classificação**	**Classes**
Canutama	1	0,00126	$0{,}00125 \geq \mathbf{X_i} < 0{,}00136$ $\mu \geq \mathbf{X_i} < \mu + 0{,}675\ \sigma$	Regular
	2	0,00116	$0{,}001141 \geq \mathbf{X_i} < 0{,}00125$ $\mu - 0{,}675\ \sigma \geq \mathbf{X_i} < \mu$	Ruim
Humaitá	3	0,00144	$0{,}00136 \geq \mathbf{Xi} < 0{,}0033$ $\mu + 0{,}675\sigma \geq \mathbf{Xi} < \mu + 1{,}282\sigma$	Boa
	4	0,00144	$0{,}00136 \geq \mathbf{Xi} < 0{,}0033$ $\mu + 0{,}675\sigma \geq \mathbf{Xi} < \mu + 1{,}282\sigma$	Boa
Manicoré	5	0,00112	$Xi < 0{,}001141$ $Xi < \mu - 0{,}675\ \sigma$	Pessíma
Novo Aripuanã	6	0,00107	$Xi < 0{,}001141$ $Xi < \mu - 0{,}675\ \sigma$	Pessíma

Segundo dados do PRODES (2009), os índices de desflorestamento no Estado do Amazonas são insignificantes atingindo valor médio de aproximadamente 4,69%.

Tabela 6.7: Resultados do desflorestamento e classificação das subáreas

Municípios	Sub-areas	Indicador desflorestamento	Classificação	Classes
Canutama	1	419,13	407,72 ≥ **Xd**<671,62 μ ≥ **Xi** <μ + 0,675 σ	Médio
	2	194,48	143,78 ≥ **Xd** < 407,72 μ - 0,675 σ ≥**Xi** <μ	Regular
Humaitá	3	700,00	671,62≥**Xd** <930,42 μ + 0,675σ ≥**Xd** <μ+1,282σ	Alto
	4	1026,00	Xd ≥ 930,42 Xd≥ μ+1,282σ	Altissimo
Manicoré	5	45,45	Xd< 143,77 Xd < μ - 0,675 σ	Pequeno
Novo Aripuanã	6	61,26	Xd< 143,77 Xd < μ - 0,675 σ	Pequeno

Com base nos resultados atingidos, constatou-se que das 6 subáreas em processo de expansão da fronteira agropecuária no Sul do Estado, onde estão inseridas as BR 319, 230 e Rodovia do Estanho (AM 206), as subáreas localizadas no município de Humaitá são as áreas mais crítica por apresentarem o mais alto índice de desflorestamento seguido do município de Canutama, com classificação variando entre média e regular. Os municípios que obtiveram as piores classificações de desflorestamento correspondem aos que possuem maiores acessibilidades como se pode constatar nas tabelas 6.7.2 e 6.7.4.

Constata-se que o município de Humaitá é o principal pólo atrator de empreendedores de grãos por está localizado no entrocamento das rodovias BR-319 e BR-230 e a 20 km das margens do Rio Madeira, via fluvial responsável pela transporte de passageiros e cargas até Itacoatiara. Este município, destaca-se pelas condições de infraestrutura existentes nessa área. Além disso, é um polo que permite a prática da intermodalidade entre as modalidades de transporte.

Este município conta com ajuda das condições naturais por está inserido numa extensa área de campos naturais, denominação regional de áreas de savanas existentes na Amazônia, com topografia regular (LIMA, 2008).

A expansão da monocultura, especificamente a soja, tem se concentrado nessa região de Humaitá por ser uma das áreas que ainda não estão inseridas nas Unidades de Conservação Estaduais (UCE) e Terras Indígenas (TI) do Estado do Amazonas, conforme legislação estadual e figura 6.5, legalmente instituídas pelo Poder Público, que apresentam características naturais relevantes e objetivos específicos de conservação.

Foram identificados ainda que 2 (dois) empreendimentos receberam licenciamento ambiental pelo IPAAM para plantação de grãos em UCE e TI, conforme podem ser observados na figura 6.5, totalizando 198, 28 ha de área desflorestada que não deveriam está realizando atividades em áreas protegidas. Com a permissão concedida ao cultivo de soja, esses emprendedores promovem a abertura de estradas vicinais para áreas até então não cultivadas por soja. Assim, tais empreendimentos estão contribuindo com o processo de grandes devastações que o Sul do Estado que vem sofrendo, somados a grilagem, ocupação ilegal de terras públicas, queimadas e atividade de madeireiras clandestinas, avanço da fronteira agrícola e da pecuária, construções de estradas clandestinas, pesca ilegal e predatória, bem como, exploração mineral de forma desordenada e predatória.

Considerando o segundo critério de desflorestamento, ou seja, área absoluta dividida pela taxa de desflorestamento por município, constatou-se os resultados são bastante semelhantes (Apêndice 3).

6.8 Resultado da relação entre Desflorestamento x Acessibilidade

A figura 6.9 representa a relação do desflorestamento e da acessibilidade por subáreas que realizam atividade de cultivo de soja no sul do Amazonas. Observa-se, que essa relação segue uma tendência de crescimento linear positivo, indicando que áreas mais próximas das rodovias possuem as maiores taxas de desflorestamento. Essa correlação confirma resultado de LIMA (2009) que afirma ser o sul do Amazonas outra frente de desmatamento devido interligação do estado de Rondônia por meio da BR-364 em direção ao sul de Humaitá e Canutama estarem associada às atividades de cultivo da soja e da pecuária.

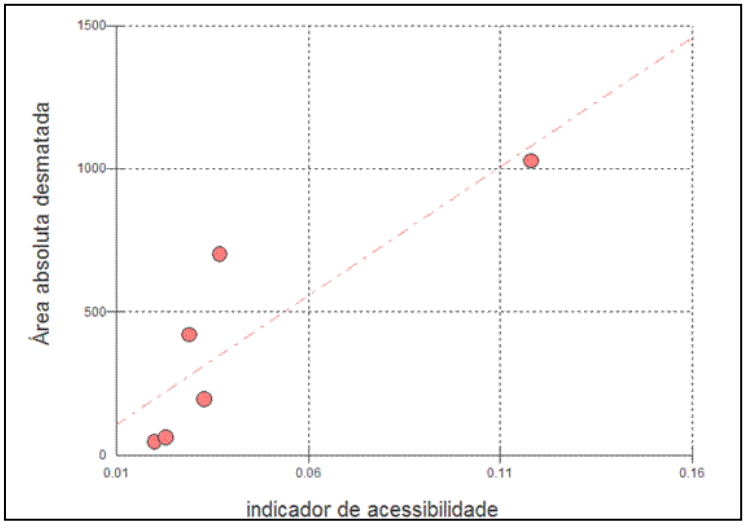


Figura 6.9: Gráfico da correlação do desflorestamento x acessibilidade a Rodovia

De acordo com análise realizada no Bio estatis 2.0, obteve-se como R e R^2 respectivamente 0,8525 e 0,7267, indicando correlação forte e positiva entre as duas variáveis, ou seja, a medida que as áreas produtoras estão próximas as rodovias maiores são suas áreas desmatadas.

Nesta pesquisa confirma-se o resultado obtido também por LIMA (2008) que afirma que o desmatamento no sul do Amazonas não se distribui de forma regular, diferenciando-se em função de suas formações vegetais. Ele se distribui ao longo das calhas dos principais rios que atravessam essa porção territorial e ao longo das rodovias, conforme apêndice 3 e figura 6.1.

Percebe-se na figura 6.10 que há uma linha de tendência demonstrando que a hidrovia explica o aumento do desflorestamento à medida que as subáreas estão próximas dessas áreas. Obteve-se como resultado para o R^2 valor 0,7836, afirmando forte correlação do desmatamento com essa variável.

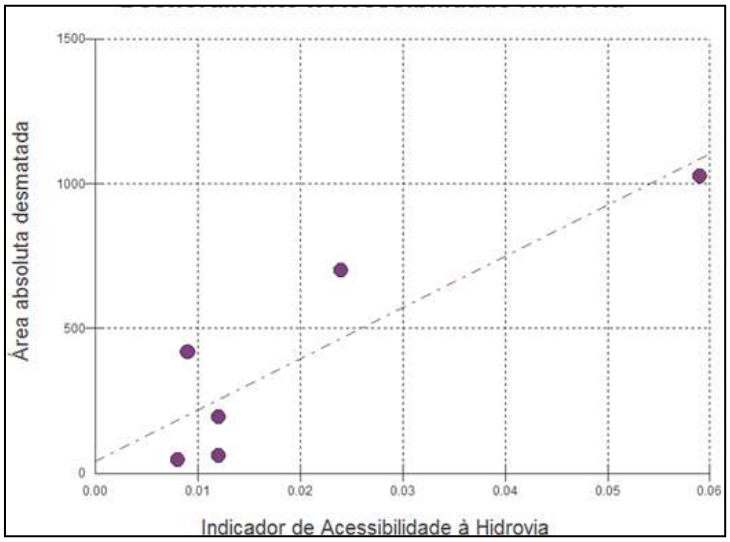


Figura 6.10: Gráfico do desflorestamento x acessibilidade a hidrovia considerando fator impedância distância

Na figura 6.11 constata-se que para longas distâncias o indicador de acessibilidade tende a zero, permanecendo o mesmo valor para todas as subáreas. Dessa maneira, impossibilitando a determinação do p-valor, do R^2 e R. Logo, não apresentou resultados porque os indicadores são constantes.

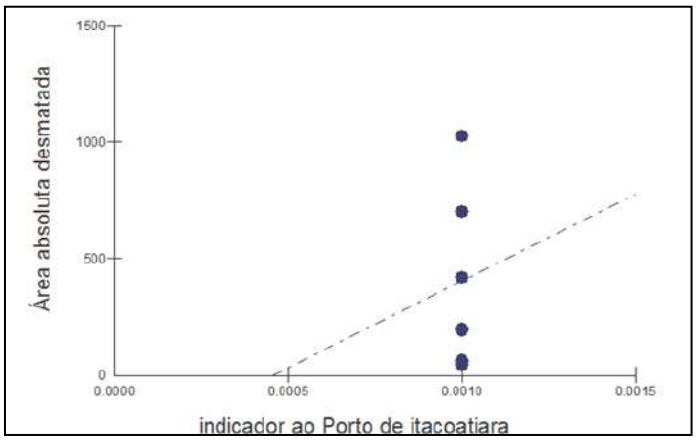


Figura 6.11: Gráfico do desflorestamento x acessibilidade ao Porto de Itacoatiara

Quanto ao Porto de Porto Velho, na análise do Bioestat 2.0 através da estatística de Pearson obtevesse como resultado os seguintes valores de R e p-valor respectivamente, 0,233 e 0,657. Embora o programa conseguisse obter resultados desta análise, o nivel de significância é muito alto e o valor de R implica em correlação fraca entre a váriavel desmatamento e o Porto. Com isso, conclui-se que essa variável deve ser excluída do modelo.

Constata-se esse resultado também pela plotagem dos dados no gráfico da figura 6.12

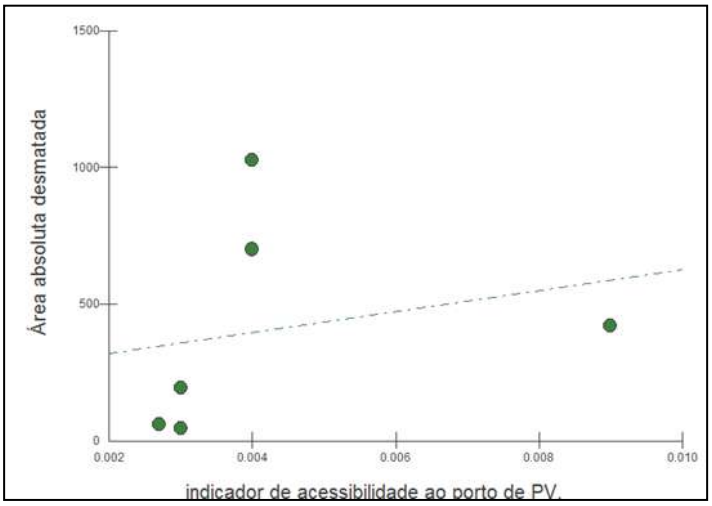


Figura 6.12: Gráfico desflorestamento x acessibilidade ao Porto de Porto Velho

Logo a variável independente distância das subáreas empreendedoras de grãos de soja até esse porto não estão significativamente relacionadas com a variável resposta adotada nesta pesquisa.

CAPITULO 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusões

Este trabalho teve como objetivo verificar a existência da correlação entre o grau de desflorestamento e a acessibilidade entre os elementos do sistema de transporte de uma subárea da região Amazônica visando comprovar numericamente uma relação linear positiva do desmatamento com o acesso.

A partir da revisão bibliográfica estabelecida no capítulo 2, constatou-se que os fatores que explicam o desflorestamento na Amazônia variam ao longo do tempo. Comprova-se a pressão oriunda das frentes de expansão do cultivo e exploração madeira dos estados vizinhos como Pará, Mato Grosso e Rondônia.

De acordo com a revisão apresentada no capítulo 3, foram identificados inúmeros trabalhos nacionais e internacionais relacionados aos indicadores de acessibilidades, destacando o acesso ao sistema de transporte de carga, transporte público e elementos que compõem o sistema, como pontos de onibus etc. Notou-se a inexistência de trabalhos que associam o desmatamento ou desflorestamento com acessibilidade. Por isso, observou-se a necessidade de estabelecer um procedimento vinculado ao problema da tese.

Conclui-se que o percentual de desflorestamento ocasionado pela produção de soja no sul do estado do Amazonas é de aproximadamente 0,071%, ou seja, percentual muito baixo. Esse valor do indicador é desprezivel na contagem dos dados juntos aos órgãos ambientais fiscalizadores. Embora, esse valor seja realmente desprezível ele contribui com a atual taxa de desflorestamento do Amazonas de 4,69% (INPE, 2009).

Assim como o estudo BARRETO (2009), que confirmar a existência da correlação entre o preço da soja e desmatamento na Amazônia em 50%, esta pesquisa obteve índices superiores da correlação entre acessibilidade da infraestrutura de transporte e o desmatamento. Neste caso, destacam-se a forte influencia das rodovias e da hidrovia com coeficiente de pearson (R^2) de 72,76% e 78,36% respectivamente.

Através do teste de correlação utilizando a variável acessibilidade como independente e o desmatamento como variável dependente, obteve-se um R (pearson) de 0,8852 (IC 95% = 0,26 a 0,99). Enquanto que para o estudo de RIVERO *et. al*, o R^2 ajustado para soja foi, em 2006, de 0,1030.

A classificação das subáreas considerando o padrão de desflorestamento e de acessibilidade possibilita ampliar o controle da fiscalização pelos órgãos responsáveis com o controle do desmatamento na Amazônia e permite ao Estado destimular o desenvolvimento de determinadas áreas.

Os coeficientes de determinação estão variando entre 0,72 e 0,78 apontado para uma forte correlação entre as viaráveis. Aplicando a regressão estatística, constatou-se a existência da normalidade dos residuos com associação direta entre as distâncias.

Nota-se a partir dos resultados dos indicadores da tabela 5.18, que as subáreas que apresentam melhores acessibilidade para a produção e escoamento da soja no sul do Estado do Amazonas são as pertencentes aos municípios de Humaitá e Canutama. Notou-se uma correlação positiva entre a quantidade de opções modais existente, entre um par origem / destino, e os valores encontrados para a acessibilidade. Levantand a uma tendência de aumento da acessibilidade conforme o aumento do número de opções de transporte disponíveis para o deslocamento dos grãos.

De acordo com os resultados, a classificação da acessibilidade das áreas em relação a distância demonstrou que subárea 4 também obteve a melhor acessibilidade, da mesma forma que a acessibilidade do transporte em relação à hidrovia. Verifica-se ainda que os resultados obtidos para a acessibilidade dessas áreas coincidiram com as preferências dos empreendedores, ou seja, as áreas mais acessíveis foram as mais procuradas pelos produtores.

Constatou-se que acessibilidade a Hidrovia (p=0,019) foi a que mais apresentou significância estatística associada ao desmatamento na região. Ou seja, 38,70% a mais

de explicação do que a Rodovia (p=0,031). Explica-se esse relação porque a hidrovia é via natural responsável pela atratividade que exerce sobre o volume de grãos transportados até os portos de Itacoatiara e Santarém. Esse trabalho confirma os dados de LIMA (2008).

Observou que tanto para o Porto de Itacoatiara quanto o Porto de Porto Velho os valores dos indicadores de acessibilidade não apresentaram associação significante com o desflorestamento da região sul do Amazonas são considerados como ponto porque valores dos indicadores de acessibilidades são iguais impendindo a determinação do p-valor a este Porto enquanto que para Porto Velho p-valor seu valor foi 0,657. Esses valores indicam a ocorrência "neutralização do efeito da localização geográfica" (SANTOS, 2000).

Por se tratar de transporte de cargas, conforme SANTOS (2000), sempre existe o desejo de disponibilizar a carga nos diferentes mercados, independentemente dos centros produtores estarem localizados em regiões mais afastadas dos destinos ou não. "Assim, a interação, entre a região produtora e o destino da carga, é avaliada em termos do desempenho da rota de transporte utilizada, indicando que não necessariamente um local mais afastado terá sua acessibilidade reduzida".

Quanto menores forem as distâncias, tempo e custo de transportes das áreas produtoras as rodovias e a hidrovia, mais acessíveis são os empreendimentos. Por outro lado, quanto mais distantes os empreendimentos, menos acessíveis são áreas dos produtores. Verificou-se claramente essa relação com os produtores dos municipios de Manicoré e Novo Aripuanã que por serem distantes, sua acessibilidade é reduzida.

Os modelos econométricos que mapeiam as variáveis dependentes tendem a ter boa eficácia de análise, quando empregada no mapeamento de processos mais complexos como a expansão das atividades econômicas que são causas diretas do desmatamento, demonstram-se eficazes.

Tendo em vista que as interações das variavéis distâncias até os portos não são significativas, pode-se avaliar a exclusão dessas variáveis para análise da investigação da relação do desflorestamento com a acessibilidade.

7.2 Recomendações

Sugere-se dar continuidade a esta pesquisa realizando novo cálculo da área desflorestamento nas subáreas levando em consideração a análise temporal das imagens LANDSAT do INPE das áreas produtoras porque nas vegetações com campinara (campo natural) o satélite não detecta essas áreas desmatadas, levando ao erro no valores das taxas de desflorestamento na região. Além disso, também se recomenda analisar a utilização de outras técnicas de divisão de áreas que busquem incluir maior número de subáreas de desmatamento, incluindo outras atividades como a pecuária e atividade de exploração madeireira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINSTRAÇÃO DAS HIDROVIAS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL (AHIMOC) (2008). Revisão e atualização do projeto executivo de dragagem e derrocamento na hidrovia do Madeira. Manaus: AHIMOC.

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA (ADA). Disponível em http://www.ada.gov.br/. Acesso em jun de 2006.

AMBIENTE BRASIL (2007). Mudanças climáticas. http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler&id=29802

ALENCAR, A. et. al. Desmatamento na Amazônia: indo além da "Emergência Crônica". Belém-PA: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2004.

ALVES, D. S. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazônia. International Journal of Remote Sensing 23: p. 2903-2908. 2002.

ARIMA, E.; BARRETO, P.; BRITO, M., 2005. Pecuária na Amazônia: tendências e implicações para a conservação ambiental. Belém: Instituto do Homem e meio Ambiente da Amazônia.

BARBOSA, D. MDPA. Disponível em http://www.sbpcpe.org/index.php?dt=2007_07_18&pagina=noticias&id=03045. Acessado em 25 de jul de 2007.

BARCELLOS, E.A.; LIMA, M.H.M.R. (2002). Mineração e desflorestamento na Amazônia Legal. Disponível em: http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2002-016-00.pdf. Acessado em jul de 2008.

BECKER, B. K., 2001. Síntese do processo de ocupação da Amazônia- Lições do passado E desafio do presente. In: Causas e Dinâmica no desmatamento da Amazônia. Ministério do Meio Ambiente.- Brasília: MMA.

BENCHIMOL, S., 1995. Navegação e Transportes na Amazônia**.** Co-edição Governo do estado do Amazonas/Universidade do Amazonas. Manaus.

BEUTHE, M. (2002). Transport Evaluation Methods: from Cost-benefit Analysis to Multicriteria Analysis and the Decision Framework. In *Project and Policy Evaluation in Transport*, L. Giorgi and A. Pearman, (Eds.), Ashgate, Aldershot

BHAT, C. *et. al.,* 2001. Assessment of accessibility Measures. CENTER FOR TRANSPORTATION RESEARCH Bureau of Engineering Research THE UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN.

BRANDÃO JR., A.; SOUZA Jr., C. Mapping unofficial roads with Landsat images: a new tool to improve the monitoring of the Brazilian Amazon rainforest. International Journal of Remote Sensing. v. 27, n. 1, p. 177-189, 2006.

CÂMARA, G.; A. M. V. MONTEIRO; S. DRUCK e M. S. CARVALHO (2001a) Análise Espacial e Geoprocessamento. *In*: Fuks, S. D.; M. S. Carvalho; G. Câmara; A. M. V. Monteiro (*eds.*), Análise Espacial de Dados Geográficos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Processamento de Imagens, São José dos Campos, São Paulo. Disponível em:<http://www.dpi.inpe.br /gilberto/livro/analise/>). Acesso em: 18 de out. 2002.

CARVALHO, M. S., 1997. Aplicação de Métodos de Análise Espacial na Caracterização de Áreas de Risco à Saúde. Tese de Doutorado em Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser301 /referencias/marilia_tese.pdf >. Acesso em: 18 de jul. 2006.

CAVALCANTE, J. C., 2003. Mortalidade em menores de um ano: utilização de novos indicadores para avaliação. Dissertação de mestrado em Saúde da criança, Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Tocoginecologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

CARVALHO, E.B.; SILVA, P.C.M. , 2002 . Indicadores de acessibilidade no sistema de transporte coletivo: proposta de classificação em níveis de serviço.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). In: Subisídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008.

CHOU, Y., 1997. Exploring Spatial Analysis in Geographic Information Systems. On Word Press, Santa Fé, New Mexico, EUA.

CURRAN, L.M.; TRIGG, S. N., 2006. Sustainability science from space: Quantifying forest disturbance and land-use dynamics in the Amazon. Disponível em: www.pnas.org_cgi_doi_10.1073_pnas.0605449103.

CRUTZEN, P.J., ANDREAE, M.O., 1990. Biomass burning in the tropics: Impacts on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. Science, 25:1669-1678.

DAVIDSON, K. B., 1977. Accessibility in Transport/Land-use Modelling and Assessment. Environment and Planning A, 1977, volume 9, pp. 1401-1416.

DNIT , 2009 . Departamento de Infra-estrutura de Transportes. Condições das Rodovias Federais. Disponível em: < www.dnit.gov.br > Acesso em set de 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2005 . Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle

Ambientais. Publicação IPR 711. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2005. 71p. Disponível em: www.dnit.gov.br. Acesso em out de 2008.

DOMINGUES, M, S; 2008. *Avaliação da Monocultura de Soja como Matéria-prima para a Produção de Biodiesel e sua Relação com o Desmatamento da Floresta Amazônica: Estudo de Caso na Região de São José do Xingu (MT).* Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa de Mestrado em Energia, Universidade de São Paulo, Fortaleza, 2010.

FAO (The Food and Agriculture Organization of the United Nations). In : http://www.fao.org/about/en/ acessado em novembro de 2010.

FLECK, L.C., 2009. Eficiência econômica, riscos ecustos ambientais da reconstrução da rodovia BR-319. Disponível em: http://conservation-strategy.org/files/CSF_Eficiencia_economica_BR319.pdf. Acessado em: set de 2010.

FEARNSIDE P. M et BARBOSA R. I., 2004. Accelerating deforestation in Brazilian Amazonia: towards answering open question. Environmental Conservation 31: 7 - 10 .

FENLEY, C.A; MACHADO, W.V.;FERNANDES, E. Air transport and sustainability:Lessons from Amazonas. In: www.elsevier.com/locate/apgeog.

FINAME, 1998. Cadernos de Infra-Estrutura – Transporte na Região Amazônica. Arquivo. Disponível em http://www.finame.com.br/conhecimento/cadernos/aicad_07.pdf. Acesso em 23 Jun 2005.

FERRAZ, C., 2001. Explaining agriculture expansion and deforestation: Evidence de the Brazilian Amazon – 1980/98 (part of World Bank project "Making long-term growth more sustainable"). Rio de Janeiro.

FERREIRA, *et al.*, 2005. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. In: Estudos Avançados, v.19, n.53. p 1-10. Disponível em www.scielo.br/pdf/ea/v19n53/24086.pdf. Acesso em 20 de jul de 2009.

GEOMA 2006. Projeto "Modelagem da Biodiversidade do Interflúvio Madeira-Purus:Bens Naturais e Impactos Antrópicos". Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/thanisse/geoma/>. Acesso em: 7 nov. 2006.

GEOMA. Projeto Científico e Institucional, Versão 10, 2002. Disponível em: <http://www.geoma.lncc.br/pdfs/versao10.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2006.

GREENPAECE. O Mapa da conservação: As últimas paisagens com florestas intactas do planeta. Disponível em www.greenpeace.org.br/amazonia/pdf/**mapa_florestas**.pdf Acesso em 05 mai de 2007.

GREENPAECE. www.greenpeace.org/forestmaps. Acesso em 02 jun de 2007.

GREENPAECE. In: http://www.greenpeace.org/international/en/ Acesso em 02 jul de 2007.

GREENPACE. In: O MAPA DA CONSERVAÇÃO: As últimas paisagens com florestas intactas do planeta. Disponivel em: http://www.greenpeace.org/brasil/PageFiles/3854/mapa_florestas.pdf. Acessado em out de 2009.

GUTIÉRREZ, J.; MONZÓN, A. E PIÑERO, J. M., 1998. Accessibility, Network Efficiency and Transport Infrastructure Planning. *Environment and Planning A*, v. 30, p. 1337-1350.

HANSEN, W. G., 1959. How Accessibility shapes Land Use. Journal of the American Institute of Planners 25 (2) 73-76.

HENRIQUE, C. S., 2004. Diagnóstico Espacial da Mobilidade e da Acessibilidade dos Usuários do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

HELMUT, J. G.; LAMBIN, E.F., 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation, BioScience, V52, N2, February.

IBAMA (2006). Brasília. http://www.ibama.org.br.

IBGE (2009). Cidades. Disponivel em: http: http://www.ibge.gov.br/cidadesat.

Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (2010). In: A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados / Serviço Florestal Brasileiro, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Belém, PA: Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Disponível em : http://www.imazon.org.br/novo2008/arquivosdb/AtividadeMadeireira2010.pdf acessado em 18 de out 2010

INGRAM, D.R., 1971. The concept of accessibility: a search for an operational form. Regional Studies. v.5, n.2, p. 101-107.

INPE (2010) http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2005arquivos/sheet001.html.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL (INPE,2006). Information regarding deforestation in Amazonas. Disponível em http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.phpS. Acessado em 20 maio 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL , 2009. Information regarding deforestation in Amazonas. Disponível em http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html. Acessado em set maio 2009.

INSTITUTO SOCIO AMBIENTAL (ISA). Disponivel em http://www.socioambiental.org/uc/quadro_geral acessado em jul de 2010.

IZQUIERDO, R.B.; MONZON, A.C., 1992. La Accesibilidad a las Redes de Transporte como Instrumento de Evaluacion de la Cohesion Economica y Social. XII Simposio Internacional de la CEMT. Lisboa.

JANUÁRIO, M.H., 1995. *Procedimento para Determinação de Índices de Acessibilidade de Transportes e Tratamento Cartográfico dos Mesmos***.** Rio de Janeiro: IME, Dissertação. (Mestrado em Transportes).

JONES, S.R., 1981. *Accessibility measures: a literature review*. Transportation and Road Research Laboratory. Departament of the Enviromment. Depertament of Transport. Laboratoory report 967.

JOAQUIM. F.M. 1999. *Qualidade de vida nas cidades:* o aspecto de acessibilidade às atividades urbanas. São Carlos. 130p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos.

KAMPEL, S. A.; G. CAMARA e J. A. QUINTANILHA, 2000. *Análise Exploratória das Relações Espaciais do Desflorestamento na Amazônia Legal Brasileira.* Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/silvana_gisbrasil2000.pdf>. Acesso em: 02 de mar 2007.

KEEDI, S. e MENDONÇA, P.C.C. (2000) Transportes e Seguros no Comércio Exterior (2ª ed.). Ed. Aduaneiras, São Paulo.

KAWAMOTO, E. 1999. *Análise de Sistemas de Transporte*, São Carlos.

LEDEC, G., 1985. The political economy of tropical deforestation: Diverting Nature's Capital, pp.179-226, In: The Political Economy of Environmental Abuse in the Third World. J. H. Leonard (Ed.). Holmes and Meier, New York (1985)

LINHARES, P.T.F.S, 1989. *Acessibildade: Definições, Críticas e Possibilidades.* Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE Programa de Engenharia de Transportes, 1989. Dissertação. (Mestrado em Transportes).

LIMA, M.S.B., 2008. Políticas Públicas e Território: uma discussão sobre os determinantes da expansão da soja no sul do Amazonas.

LORENA, L.A.N., 2003. Análise Espacial de Redes com Aplicações em Sistemas de Informações Geográficas. Disponível em:http://www.lac.inpe.br/~lorena/producao/analiseredes.pdf>. Acesso em 10 abril 2007.

MACIEL, J.S.C., 2008. *Diagnóstico ambiental de estradas vicinais na Amazônia*. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2008– Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE.

MAGALHÃES, D.J.A.V., 2004. Localização residencial e acessibilidade ao local de trabalho dentro do aglomerado urbano formado pelos municípios de Teresina (PI) e Timon (MA). XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Caxambú- MG – Brasil, de 20- 24 de Setembro de 2004.

MARGULIS, S. 2003. *Causas do desmatamento na Amazônia Brasileira*. 1ª ed. Brasília: Banco Mundial.

MARENGO, J. A., 2006. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações*

climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Biodiversidade 26, Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

MIRANDA, E.E.; GAMBARINI, A., 2003. *Natureza, Conservação e Cultura. Ensaio sobre a relação do homem com a natureza no Brasi*l. São Paulo: Metalivros. 179 p. (ISBN 85-85271-47-1)

MIRANDA, E. E., 2007. In: Campeões de desmatamento http://www.desmatamento.cnpm.embrapa.br/artigo/miranda_campeoesdodesmantamento.pdf. Acesso em mai de 2007.

MORRIS, J.M.; DUMBLE, P. L. e WIGAN, M.R. (1979) Accessibility indicators for transportation planning. Transportation Research, Part A. v.13, n.2, p.91-109.

MOTTA, R.S., 2002. Estimativa do Custo Econômico do Desmatamento na Amazônia. Rio de Janeiro.

MORGADO, A. V., 2005. Contribuição Metodológica ao Estudo de Localização de Terminais Rodoviários Regionais Coletivos de Carga . Tese de doutorado. PET /COPPE /UFRJ, Janeiro, Rio de Janeiro.

NASSI, C.D.*et. al*. 2001. Bases georeferenciadas para aplicações de sistemas de informações geográficas no transporte urbano. In: Transportes: experiências em rede. 123-141. RECOPE, Rio de Janeiro.

NEPSTAD, D.C., *et. al*., 1994. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycle of Amazonian forest and pasture. Nature, 372:666-669.

ORELLANA-PIZARRO, H., MONZON, A.C. La Accesibilidad como Instrumento de Evaluación de las Infraestructuras de Transporte. Análisis de las actuaciones del PDI.

PERZ, G S.; SOUZA JR. C., 2005. O dilema das estradas não-oficiais na Amazônia. Ciência Hoje. São Paulo: SBPC, v.37, n.222, p.56-58.

PEDROSA, B.M.; CÂMARA, G. Modelagem dinâmica e geoprocessamento. In capitulo 6 do livro.

PIRES, F. M.A. ; PORTUGAL, L.S., 2000. Uma contribuição para avaliação dos padrões de acessibilidade em redes rodoviárias. In ANPET, 2000.

PLANEJAMENTO, ENGENHARIA, TRANSPORTE E CONSULTORIA (PETCON), 1996. Relatório projeto de sinalização de margem e balizamento do rio Madeira, no trecho entre a cidade de Porto Velho e sua foz no Rio Amazonas. Brasília: 1996

POOLER, J. A., 1995. The Use of Spatial Separation in the Measurement of transportation Accessibility. *Transportation Research A*, v. 29A, n. 6, p. 421-427.

PUEBLA, J.G.; A.M.C., 2006. Medición de efectos de desbordamiento de las infraestructuras de transporte a partir de indicadores de accesibilidad.

QUEIROZ, M. P. 2003. Análise Espacial dos Acidentes de Trânsito do Município de Fortaleza. Dissertação de Mestrado – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza,CE.

RAIA JÚNIOR, A. A., 2000. *Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice Potencial de Viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informações Geográficas.* Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; AVILA, S. AND OLIVEIRA, W., 2009. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. NOVA ECON. [ONLINE]. VOL.19, N.1, PP. 41-66. ISSN 0103-6351. DOI: 10.1590/S0103-63512009000100003.

REIS, E. J. ; S. MARGULIS, 1991. Options for Slowing Amazon Jungle Clearing. Global warming: economic policy responses. R. Dornbusch and J. M. Poterba. Cambridge, The MIT Press**:** 335-375.

RODRIGUES, R.L.V. 2004 Análise dos Fatores Determinantes do Desflorestamento na Amazônia Legal [Rio de Janeiro] 2004 . IV, 249 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc,Planejamento Energético).

SALES FILHO, L. H., 1996. *O Uso de Indicadores de Acessibilidade na Avaliação de Redes Estruturais de Transporte Urbano. Rio de Janeiro*: UFRJ/COPPE Programa de Engenharia de Transportes. Dissertação. (Doutorado em Transportes

SALATI, E., VOSE, P.B., 1984. Amazon basin: a system in equilibrium. Science, 225:129-138.

SANCHES, S.P., 1995. Acessibilidade: Um Indicador da Qualidade de Vida nas Cidades**.** UFSCar.

SANT'ANNA, J.A., 1998. Rede Básica de Transportes da Amazônia. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília. Arquivo disponível em http://www.ipea.gov.br/pub/td/td_562.pdf. Acesso em 23 Jun de 2005.

SANTOS, *et al.,* 2000. Proposta de um modelo para análise da acessibilidade no transporte de cargas**.** Disponível em: http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(17)Acessibilidadecarga.pdf. Acesso em dez de 2010.

SILVA, A. N. R., 2004. Portos e vias navegáveis. Apostila. São Carlos: EESC.

SILVA, C.E.M., 2006. In: Os cerrados e a sustentabilidade: territorialidades em tensão. Disponível em:

http://www.bdtd.ndc.uff.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3492. Acessado em jun 2006.

SHORT, J.; KOPP, A. Transport infrastructure: Investment and planning. Policy and research aspects. Transport Policy 12 (2005) 360–367. Disponível em: www.elsevier.com/locate/tranpol.

SKOLE, D., C. TUCKER. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1978 to 1988. *Science* 260: 1905-09.

SOHN, J., 2006. Evaluating the significance of highway network links under the flood damage: An accessibility approach. Transportation Research Part A 40 (2006) 491–506. Disponível em: www.elsevier.com/locate/tra.

SOARES-FILHO, Britaldo Silveira *et al* . 2005. Cenários de desmatamento para a Amazônia. Estudos avançados, São Paulo, v. 19, n. 54. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103 40142005000200008&lng=en&nrm=iso>. access on 07 jul. 2008.

SOUZA, M. H., 2009. Contribuição metodológica para localizar terminal de integração de passageiros do transporte hidro-rodoviário urbano. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes– Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE.

TEIXEIRA, G. L., 2003. Utilização de Dados Censitários para Identificação de Zonas Homogêneas para Planejamento de Transportes Utilizando Estatística Espacial. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. Brasília, DF.

TERRA VIEW. Disponível em http: //terralib.dpi

ANEXO 1 – OFICIOS SOLICITANDO DADOS AO IPAAM E AO ITEAM

UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (PEP)/FT

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE TRANSPORTE (PET)/COPPE

Manaus. 15 de setembro de 2008.

De: Profª Valdete Araújo (UFAM) e prof. Dr. Licinio da Silva Portugal (UFRJ/COPPE)
Para: NELITON MARQUES
Diretor Presidente do IPAAM

A UFAM visando implementar o Programa de Pesquisa e Educação Continuada do Programa em Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia (PEP) firmou em 2005 um projcto de Cooperação com o Programa de Transportes/PET da COPPE/UFRJ. Essa parceria resultou na criação de uma turma especial no Doutorado em Engenharia de Transportes/COPPE/UFRJ, na Área de Concentração Planejamento de Transportes. Dentre as pesquisas realizadas para obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.), encontra-se a tese intitulada "ACESSIBILIDADE X DESFLORAMENTO: ESTUDO DE CASO DA AMAZÔNIA" da doutoranda Valdete Araújo sob orientação do prof. Dr. Licinio da Silva Portugal.

Assim, para darmos continuidade a essa pesquisa necessitamos de dados e informações do SELAP sobre quais os municipios cadastrados que possuem licenciamento para o plantio de soja no Estado do Amazonas.

Agradeçemos desde já pela sua colaboração.

Profª. Valdete Santos de Araújo
Professora UFAM
Doutoranda PET/COPPE

Prof. Dr. Licinio da Silva Portugal
Professor PET/COPPE/UFRJ
Orientador

ANEXO 2 – OFICIOS SOLICITANDO DADOS AO IPAAM E ITEAM

UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (PEP)/FT

PET

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE TRANSPORTE (PET)/COPPE

Manaus, 15 de setembro de 2008.

De: Profª Valdete Araújo (UFAM) e prof. Dr. Licinio da Silva Portugal (UFRJ/COPPE)
Para: SEBASTIÃO DE SOUZA NUNES
Diretor Presidente do INSTITUTO DE TERRAS DO AMAZONAS (ITEAM)

A UFAM visando implementar o Programa de Pesquisa e Educação Continuada do Programa em Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia (PEP) firmou em 2005 um projeto de Cooperação com o Programa de Transportes/PET da COPPE/UFRJ. Essa parceria resultou na criação de uma turma especial no Doutorado em Engenharia de Transportes/COPPE/UFRJ, na Área de Concentração Planejamento de Transportes. Dentre as pesquisas realizadas para obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.), encontra-se a tese intitulada "ACESSIBILIDADE X DESFLORAMENTO: ESTUDO DE CASO DA AMAZÔNIA" da doutoranda Valdete Araújo sob orientação do prof. Dr. Licinio da Silva Portugal.

Assim, para confecionarmos os mapas de desflorestamento para o estado do Amazonas necessitamos da Base Cartográfica Digital da Amazônia na Escala 1:250.000

Agradeçemos desde já pela sua colaboração.

Profª. Valdete Santos de Araújo
Professora UFAM
Doutoranda PET/COPPE

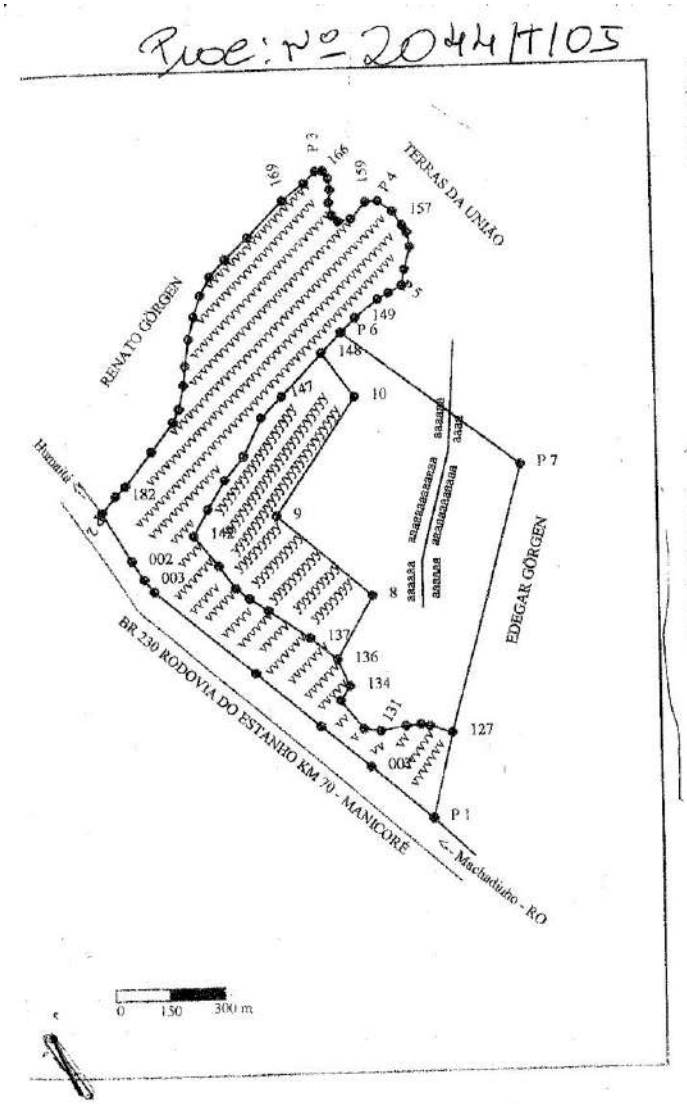
Prof. Dr. Licinio da Silva Portugal
Professor PET/COPPE/UFRJ
Orientador

ANEXO 3 – PROCESSOS DOS EMPREENDIMENTOS INFORMADOS

PELO IPAAM

MAPA IMAGEM DE SITUAÇÃO
FAZENDA PARAÍSO II
LEGENDA
COORDENADAS GEOGRÁFICAS
Página 1 de
Humaitá
Vicinal Santa Luzia
BR-319 Km 52
Terras de Ana Paula
Terras de Tiago André
Terras de quem de direito
P1
P2
P3
P4
P5
N

Proc. Nº 2044/11/05



LEGENDA

- Área do Empreendimento
- Reserva Legal
- Área Antropizada
- Área Remanescente
- Área de Preservação Permanente -- APP
- Estrada Secundária
- Estrada Principal

SUBDIVISÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

AT – Área Total do empreendimento – campo:	100 h
RL – Reserva Legal:	35 h
APP: Área de Preservação Permanente	3,0605 h
Área Antropizada:	45,4565 h
Área Remanescente:	16,4860 h
Perímetro:	4.377,543 m

6 PARES DE COORDENADAS DO EMPREENDIMENTO (G

PONTO	COORDENADA	PONTO	COORDENAD
P1	61°40'24,77999" LO 08°27'47,04688" LA	P5	61°40'26,74985" 08°27'02,41720"
P2	61°40'54,11468" LO 08°27'20,89867" LA	P6	61°40'32,29431" 08°27'06,26852"
P3	61°40'34,24285" LO 08°26'52,72266" LA	P7	61°40'16,38794" 08°27'17,57744"

Humaitá

N

MAPA DE SITUAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

REQUERENTE: ALCEU AURI MIELKE
PROCESSO Nº:
ENDEREÇO: RODOVIA DO ESTANHO KM 70 **MUNICÍPIO:** MANICORÉ - AM

MAPA PARA AUTORIZAÇÃO DE DESMATE

SITUAÇÃO DA FAZENDA TRIÂNGULO NO ESTADO DO AMAZONAS

COORDENADAS UTM E GEOGRÁFICAS

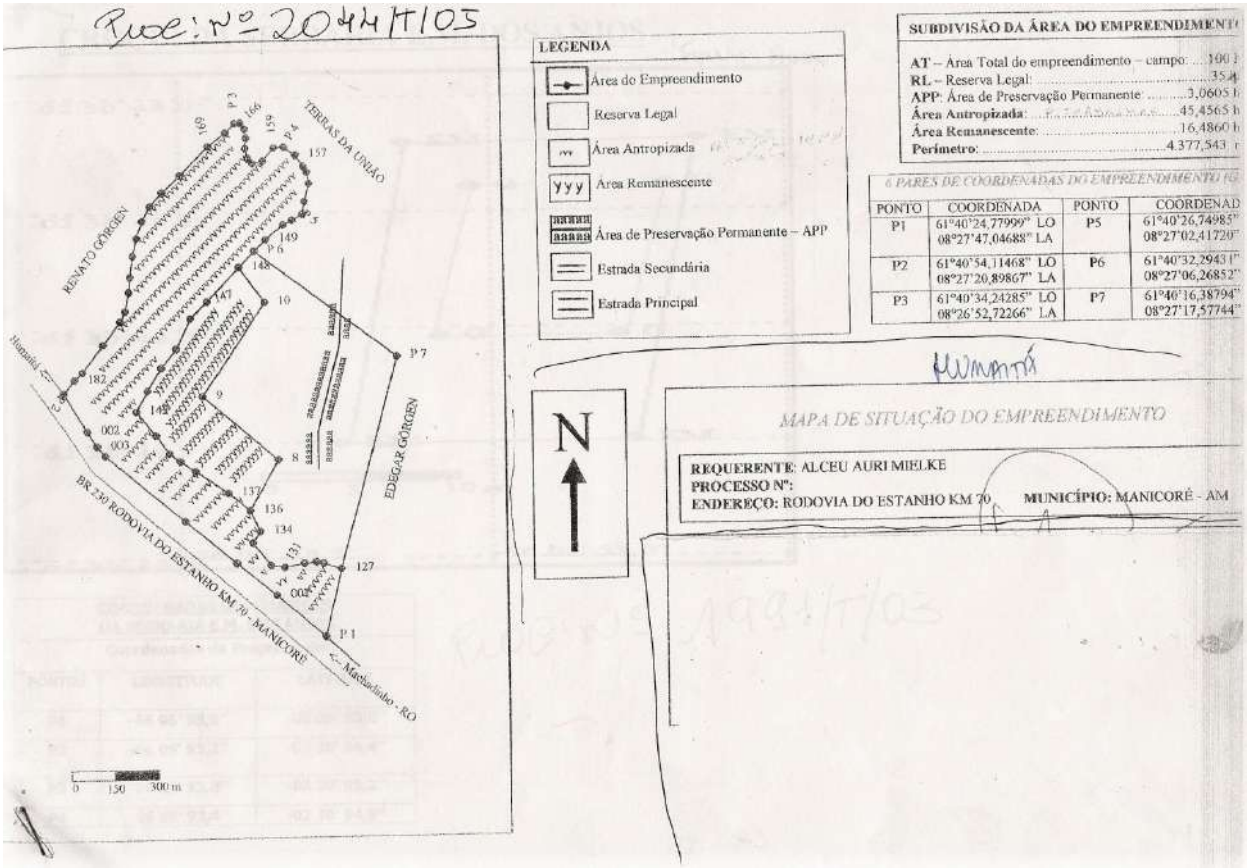
ÁREAS

RESERVA LEGAL COM CERRADO

RESERVA LEGAL COM FLORESTA

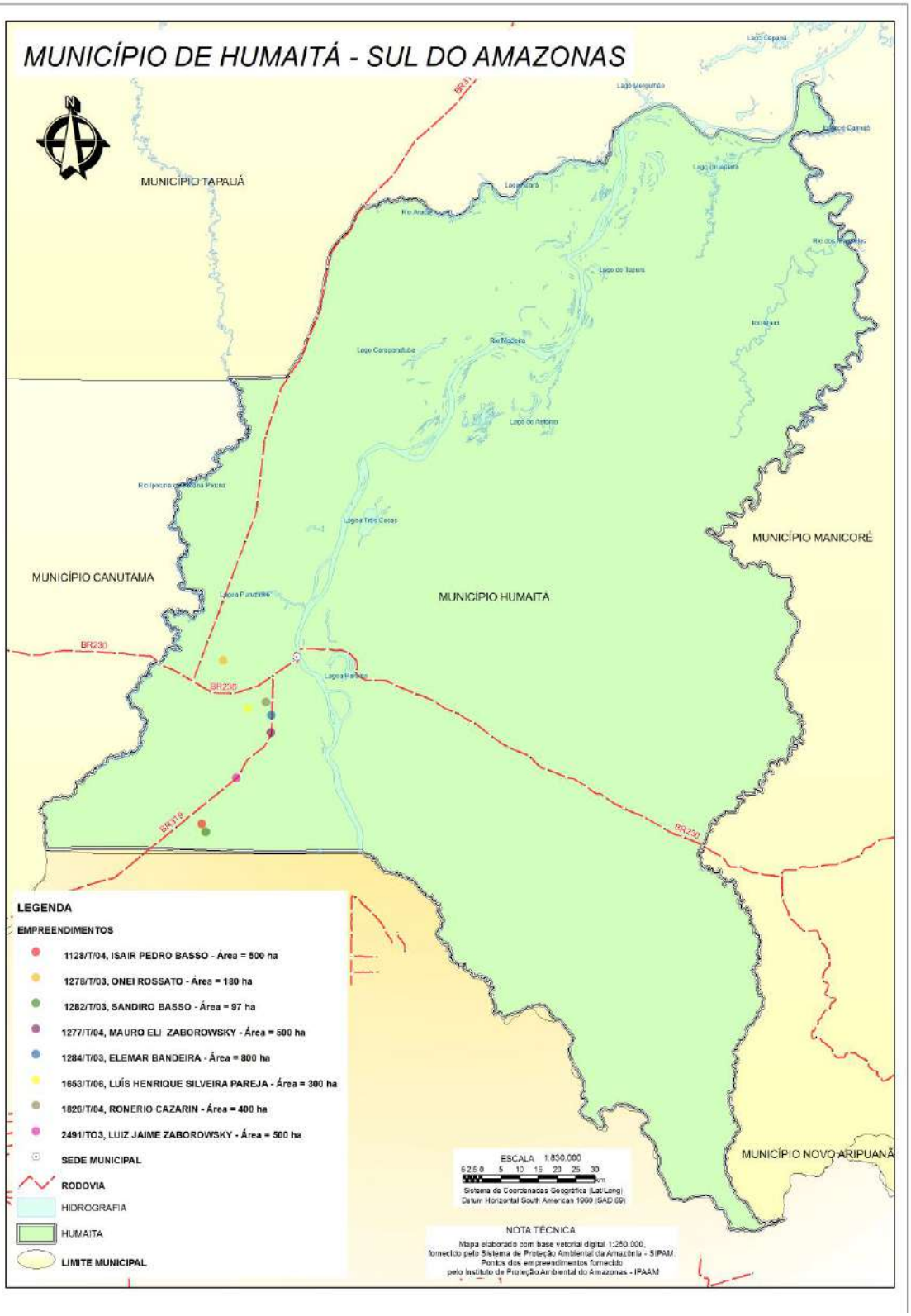
ÁREA REMANESCENTE P/UTILIZAÇÃO AGRO-PECUÁRIA

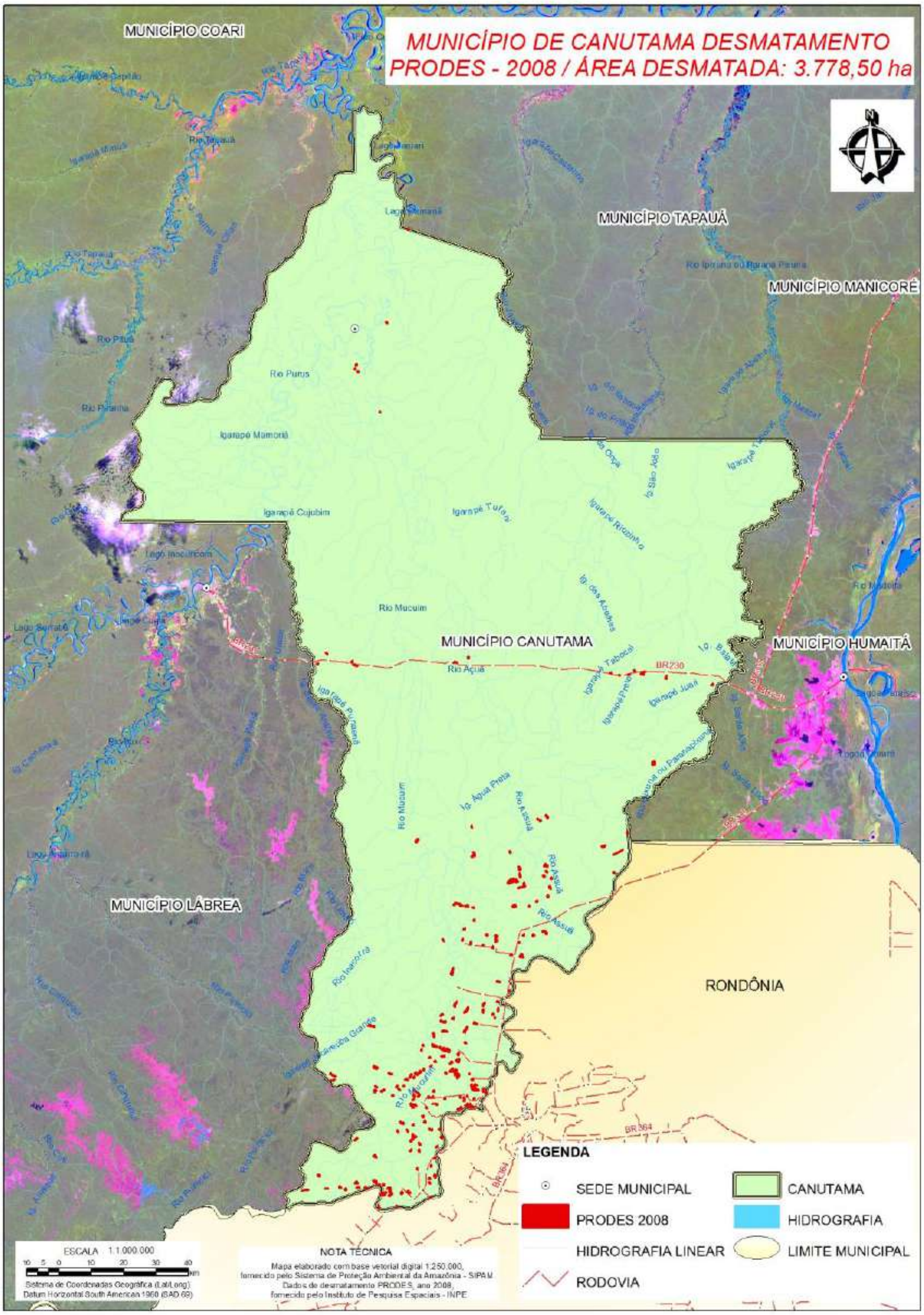
ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

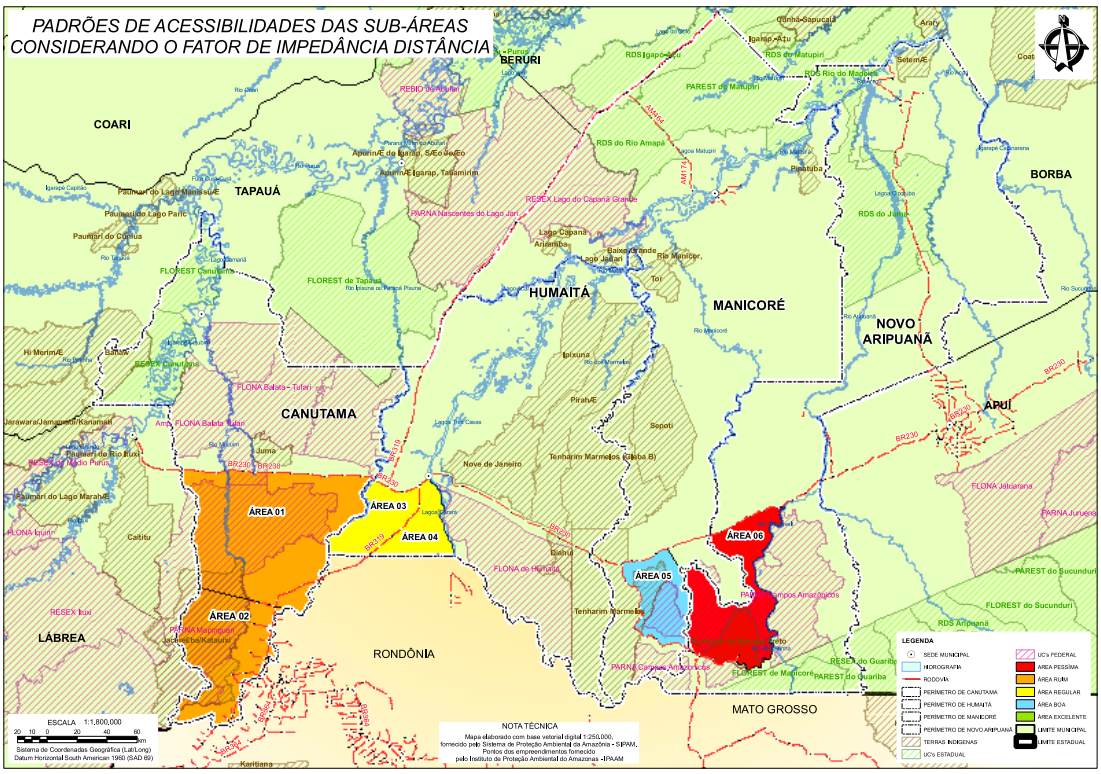

Proc: Nº 2044/17/05
LEGENDA
Área do Empreendimento
Reserva Legal
Área Antropizada
Área Remanescente
Área de Preservação Permanente – APP
Estrada Secundária
Estrada Principal
SUBDIVISÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO
AT – Área Total do empreendimento – campo: 100 h
RL – Reserva Legal: 35,4
APP: Área de Preservação Permanente: 3,0605 h
Área Antropizada: 45,4565 h
Área Remanescente: 16,4860 h
Perímetro: 4.377,543 m
6 PARES DE COORDENADAS DO EMPREENDIMENTO (G
PONTO | COORDENADA | PONTO | COORDENAD
P1 | 61°40'24,77999" LO 08°27'47,04688" LA | P5 | 61°40'26,74985" 08°27'02,41720"
P2 | 61°40'54,11468" LO 08°27'20,89867" LA | P6 | 61°40'32,29431" 08°27'06,26852"
P3 | 61°40'34,24285" LO 08°26'52,72266" LA | P7 | 61°40'16,38794" 08°27'17,57744"
N
MAPA DE SITUAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
REQUERENTE: ALCEU AURI MIELKE
PROCESSO Nº:
ENDEREÇO: RODOVIA DO ESTANHO KM 70
MUNICÍPIO: MANICORÉ - AM
TERRAS DA UNIÃO
RENATO GÖRGEN
EDGAR GÖRGEN
BR 230 RODOVIA DO ESTANHO KM 70 - MANICORÉ
Machadinho - RO
Humaitá
0 150 300 m

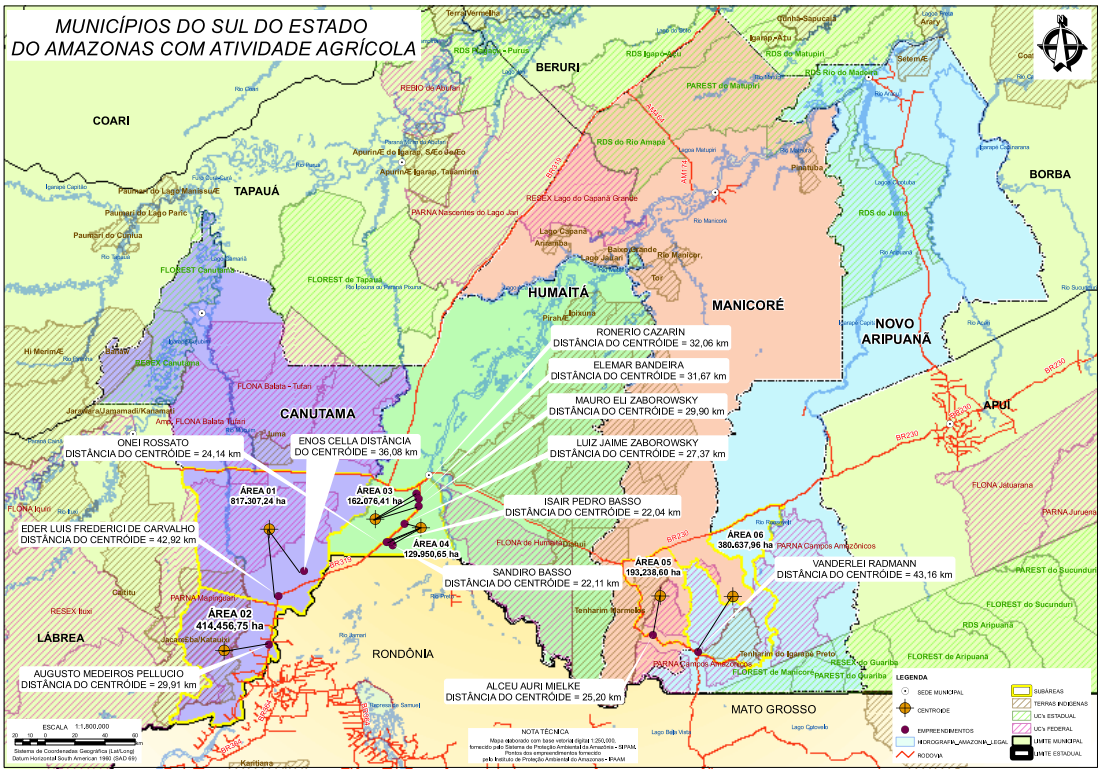
Modalidade/ Nº. da Licença Proposta – L. O. Nº300/06-02			
Interessado: **ONEI ROSSATO**			
Endereço:			
CNPJ/CP			
Fone/Fax:			
Registro no IPAAM: 0702.2908	Processo nº: 1278/T/03	Município: Humaitá - AM	
Atividade: Agropecuária			
Localização: BR 319, km 54, M.E Humaitá – Porto Velho. Nas Coordenadas Geográficas: **P1**- 07°30'54,5" S e 63°11'43,9" W; **P2**- 07°49'24,0" S e 63°11'59,9" W; Humaitá – AM.			
Finalidade: Autorizar o plantio de grãos em sistema rotativo com gado, em uma área de 200,00 ha, de um imóvel com área total de 1368,9709 ha.			
Pot./Poluidor/Degradador: Médio	Porte: Médio	Validade: **730dias**	
Val. da lic. Atual R$1.800,00	Anterior: N.A.	Em atraso: N.A.	Valor total: R$ 1.800,00
Objetivo da vistoria: Subsidiar dados para renovação de Licença de Operação			
Data/horário da vistoria: 11/12/08 das 11:00 h			
Contato: Onei Rossato.(proprietário)			
Equipe Técnica:Jorge Luiz Farias Pinto – Analista Ambiental Sidney Rudhjá Barbosa – Analista Ambiental			
Tipologia Vegetal: Floresta ( ) Tropical densa; ( ) Tropical aberta; (x) Secundaria; ( ) Mista			
Tipo de Relevo: (x) Plano (0% a 8%); ( ) Ondulado (9% a 44%); Acidentado (≥ 45%)			
Tipo solo: ( ) Latossolo amarelo ; ( ) Podizólico vermelhlo-amarelo; ( ) Hidromórfico gleizado distrófico			
Erosão: ( ) Sim (x) Não – ( ]) Leve; ( ) Moderado; ( ) Forte			
Hidrografia: ( )Rio; (x)Igarapé; ( ) Nascente; ( ) Lago; ( ) Outros			
Fertilizantes: (x) Adubo químico; ( ) Adubo Orgânico			
Defensivos Agrícolas: ( ) Não; (x) Sim;			
Armazenamento dos defensivos: (x) Adequado; ( ) Inadequados; ( ) Regulares;			
Há tratamento dos resíduos domésticos/sanitários? ( ) Não (x) Sim Tipo (citar): Fossa com sumidouro Destino dos resíduos sólidos domésticos: ( ) Coleta municipal (x) Outros (citar): Enterrado			

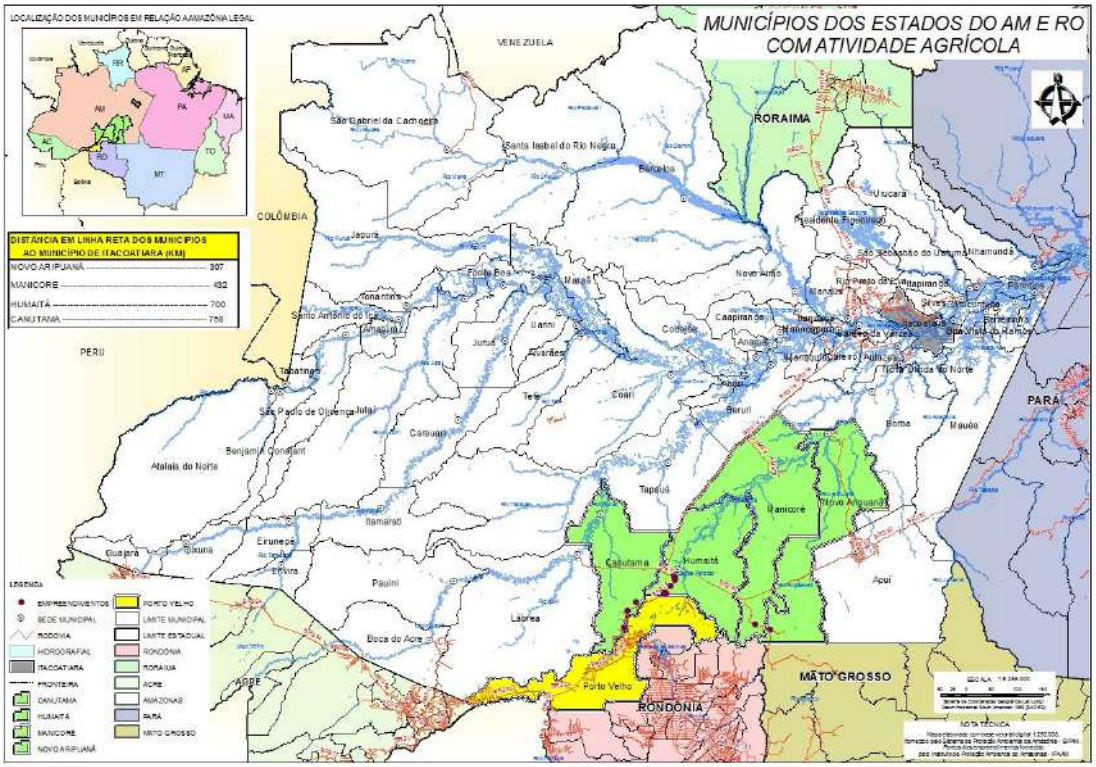
APENDICE 1: MAPAS CONFECCIONADOS

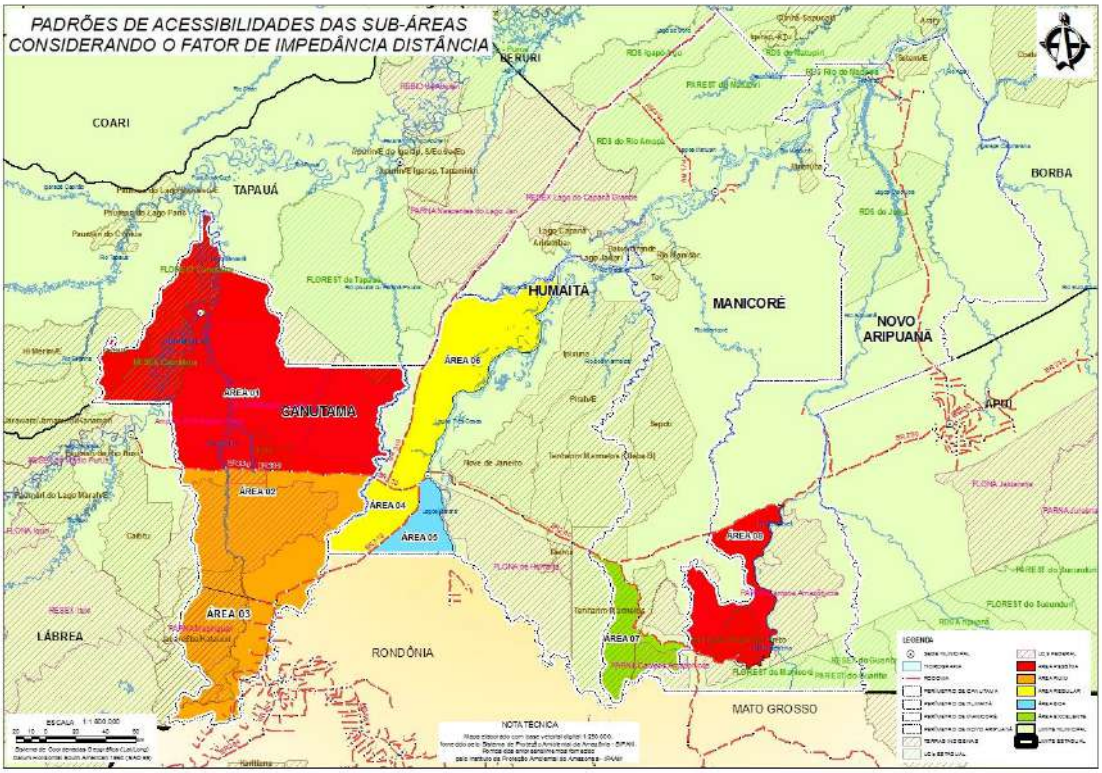



MUNICÍPIO DE CANUTAMA DESMATAMENTO
PRODES - 2008 / ÁREA DESMATADA: 3.778,50 ha
MUNICÍPIO COARI
MUNICÍPIO TAPAUÁ
MUNICÍPIO MANICORÉ
MUNICÍPIO CANUTAMA
MUNICÍPIO HUMAITÁ
MUNICÍPIO LÁBREA
RONDÔNIA
Rio Purus
Igarapé Mamoriá
Igarapé Cujubim
Rio Mucuim
Rio Açuã
BR230
BR364
LEGENDA
SEDE MUNICIPAL
CANUTAMA
PRODES 2008
HIDROGRAFIA
HIDROGRAFIA LINEAR
LIMITE MUNICIPAL
RODOVIA
ESCALA 1:1.000.000
NOTA TÉCNICA
Mapa elaborado com base vetorial digital 1:250.000,
fornecido pelo Sistema de Proteção Ambiental da Amazônia - SIPAM
Dados de desmatamento PRODES, ano 2008,
fornecido pelo Instituto de Pesquisa Espaciais - INPE


PADRÕES DE ACESSIBILIDADES DAS SUB-ÁREAS
CONSIDERANDO O FATOR DE IMPEDÂNCIA DISTÂNCIA
BERURI
COARI
TAPAUÁ
BORBA
HUMAITÁ
MANICORÉ
NOVO ARIPUANÃ
APUÍ
CANUTAMA
LÁBREA
RONDÔNIA
MATO GROSSO
ÁREA 01
ÁREA 02
ÁREA 03
ÁREA 04
ÁREA 05
ÁREA 06
LEGENDA
NOTA TÉCNICA
ESCALA 1:1,800,000


MUNICÍPIOS DO SUL DO ESTADO
DO AMAZONAS COM ATIVIDADE AGRÍCOLA
COARI
BERURI
TAPAUÁ
BORBA
HUMAITÁ
MANICORÉ
NOVO ARIPUANÃ
APUÍ
CANUTAMA
LÁBREA
RONDÔNIA
MATO GROSSO
RONERIO CAZARIN
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 32,06 km
ELEMAR BANDEIRA
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 31,67 km
MAURO ELI ZABOROWSKY
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 29,90 km
LUIZ JAIME ZABOROWSKY
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 27,37 km
ISAIR PEDRO BASSO
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 22,04 km
VANDERLEI RADMANN
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 43,16 km
SANDIRO BASSO
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 22,11 km
ALCEU AURI MIELKE
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 25,20 km
AUGUSTO MEDEIROS PELLUCIO
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 29,91 km
EDER LUIS FREDERICI DE CARVALHO
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 42,92 km
ONEI ROSSATO
DISTÂNCIA DO CENTRÓIDE = 24,14 km
ENOS CELLA DISTÂNCIA
DO CENTRÓIDE = 36,08 km
ÁREA 01
817.307,24 ha
ÁREA 02
414.456,75 ha
ÁREA 03
162.076,41 ha
ÁREA 04
129.950,65 ha
ÁREA 05
193.238,60 ha
ÁREA 06
380.637,96 ha
LEGENDA
SEDE MUNICIPAL
CENTRÓIDE
EMPREENDIMENTOS
HIDROGRAFIA_AMAZONIA_LEGAL
RODOVIA
SUBÁREAS
TERRAS INDÍGENAS
UC's ESTADUAL
UC's FEDERAL
LIMITE MUNICIPAL
LIMITE ESTADUAL
NOTA TÉCNICA
ESCALA 1:1.800.000


MUNICÍPIOS DOS ESTADOS DO AM E RO
COM ATIVIDADE AGRÍCOLA
LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO AMAZÔNIA LEGAL
DISTÂNCIA EM LINHA RETA DOS MUNICÍPIOS AO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA (KM)
NOVO ARIPUANÃ 307
MANICORE 432
HUMAITÁ 700
CANUTAMA 758
VENEZUELA
COLÔMBIA
PERU
RORAIMA
PARÁ
MATO GROSSO
RONDÔNIA
ACRE
LEGENDA


PADRÕES DE ACESSIBILIDADES DAS SUB-ÁREAS
CONSIDERANDO O FATOR DE IMPEDÂNCIA DISTÂNCIA
BERURI
COARI
TAPAUÁ
BORBA
HUMAITÁ
MANICORÉ
NOVO ARIPUANÃ
APUÍ
CANUTAMA
LÁBREA
RONDÔNIA
MATO GROSSO
ÁREA 01
ÁREA 02
ÁREA 03
ÁREA 04
ÁREA 05
ÁREA 06
ÁREA 07
ÁREA 08
NOTA TÉCNICA
LEGENDA

APENDICE 02- ESTATISTICA DESCRITIVA

odovia	
Média	0,043382983
Erro padrão	0,015139963
Mediana	0,03146608
Modo	#N/A
Desvio padrão	0,037085183
Variância da amostra	0,001375311
Curtose	5,415676585
Assimetria	2,292565821
Intervalo	0,098328417
Mínimo	0,019665683
Máximo	0,1179941
Soma	0,260297898
Contagem	6

Hidrovia	
Média	0,02062816
Erro padrão	0,00799599
Mediana	0,01179941
Modo	0,01179941
Desvio padrão	0,01958609
Variância da amostra	0,00038362
Curtose	4,30766902
Assimetria	2,06771273
Intervalo	0,05085953
Mínimo	0,00813752
Máximo	0,05899705
Soma	0,12376896

Contagem	6

Porto Velho	
Média	0,00416917
Erro padrão	0,00095517
Mediana	0,00346431
Modo	#N/A
Desvio padrão	0,00233968
Variância da amostra	5,4741E-06
Curtose	3,79718769
Assimetria	1,88861365
Intervalo	0,00624887
Mínimo	0,00242792
Máximo	0,00867679
Soma	0,02501503
Contagem	6

Porto Itacoatiara	
Média	0,001249124
Erro padrão	6,56786E-05
Mediana	0,0012085
Modo	#N/A
Desvio padrão	0,000160879
Variância da amostra	2,5882E-08
Curtose	-2,06557953
Assimetria	0,430351277
Intervalo	0,000368576
Mínimo	0,001074322
Máximo	0,001442897
Soma	0,007494743
Contagem	6

RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão

R múltiplo	0,9985914
R-Quadrado	0,9971848
R-quadrado ajustado	0,9859241
Erro padrão	46,39405
Observações	6

ANOVA

	gl	*SQ*	*MQ*	*F*	*F de significação*
Regressão	4	762420,92	190605,2	88,554	0,07951265
Resíduo	1	2152,4079	2152,408		
Total	5	764573,33			

	Coeficientes	*Erro padrão*	*Stat t*	*valor-P*	*95% inferiores*	*95% superiores*	*Inferior 95,0%*
Interseção	-1629,612	353,75389	-4,60663	0,1361	-6124,4815	2865,257	-6124,48
Variável Rodovia	919,04122	4525,0521	0,203101	0,8724	-56577,197	58415,28	-56577,2
Variável Hidrovia	7373,343	10112,565	0,729127	0,5989	-121118,97	135865,7	-121119
Variável Porto Velho	20248,344	15520,899	1,304586	0,4163	-176963,37	217460,1	-176963
Variável Porto Itacoatiara	1409743,3	342660,86	4,114107	0,1518	-2944175,6	5763662	-2944176

RESULTADOS DE RESÍDUOS

Observação	*Y previsto*	*Resíduos*	*Resíduos padrão*
1	418,53118	0,5988189	0,028861
2	176,47735	18,002647	0,867679
3	695,6043	4,3956956	0,211861
4	1030,0082	-4,008235	-0,19319
5	83,337035	-37,88704	-1,82605
6	42,361891	18,898109	0,910838

APENDICE 03- IMAGENS PARA VERIFICAR AREA ABSOLUTA DESMATADA DOS EMPREENDIMENTOS

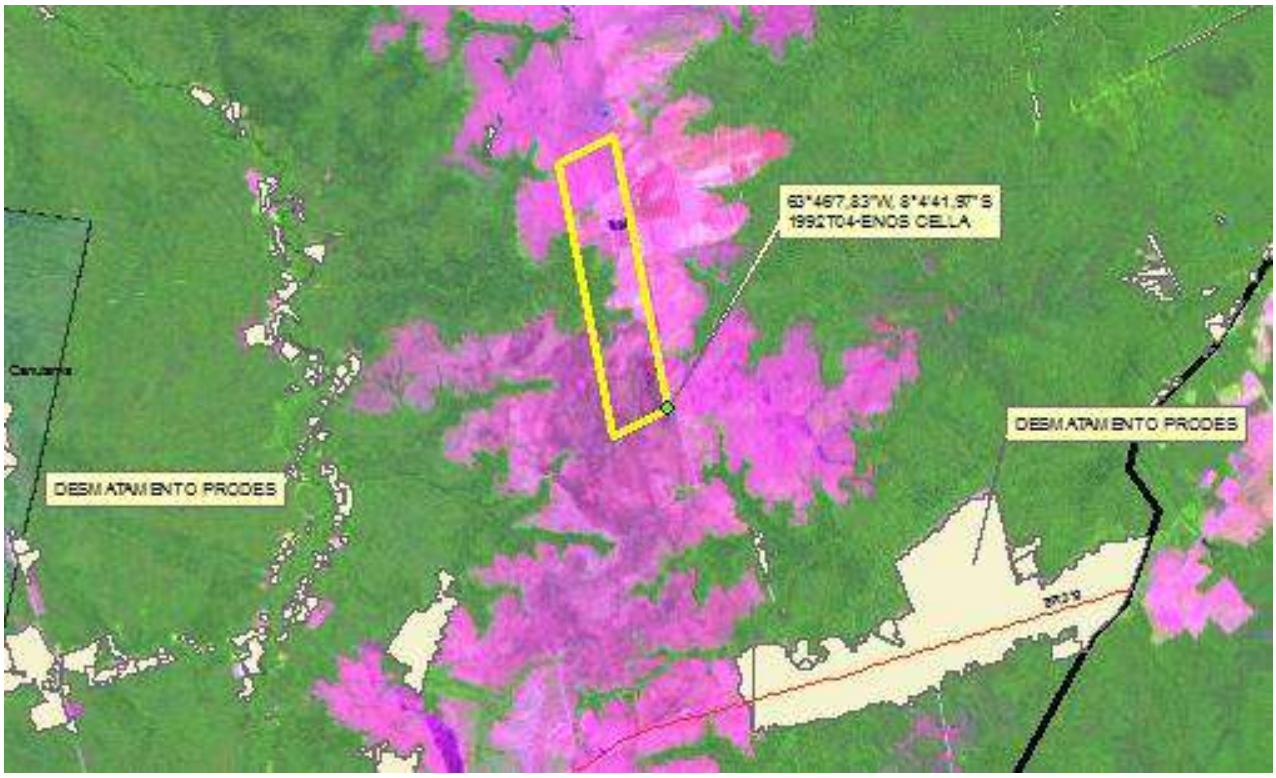


Figura 7.3: Localização dos polígonos do emprendimento E. Cella na base do mapa do desmatamento segundo Prodes (INPE- 1997 ate 2008)

APENDICE 02- IMAGENS PARA VERIFICAR AREA ABSOLUTA DESMATADA DOS EMPREENDIMENTOS

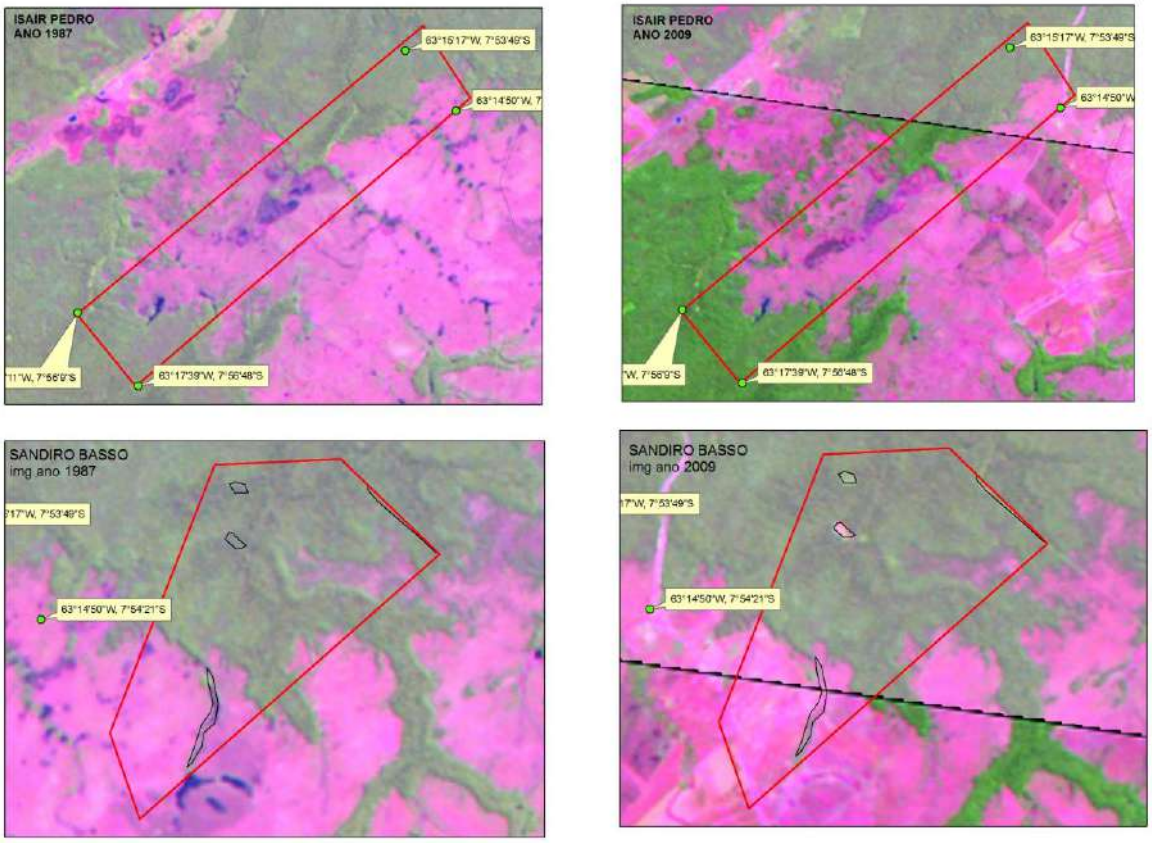


Figura 7.4: Localização das poligonais dos empreendimento I. Pedro e S.Basso na base do mapa do desmatamento segundo Prodes (INPE- 1987 e 2009)

APENDICE 02- IMAGENS PARA VERIFICAR AREA ABSOLUTA DESMATADA DOS EMPREENDIMENTOS

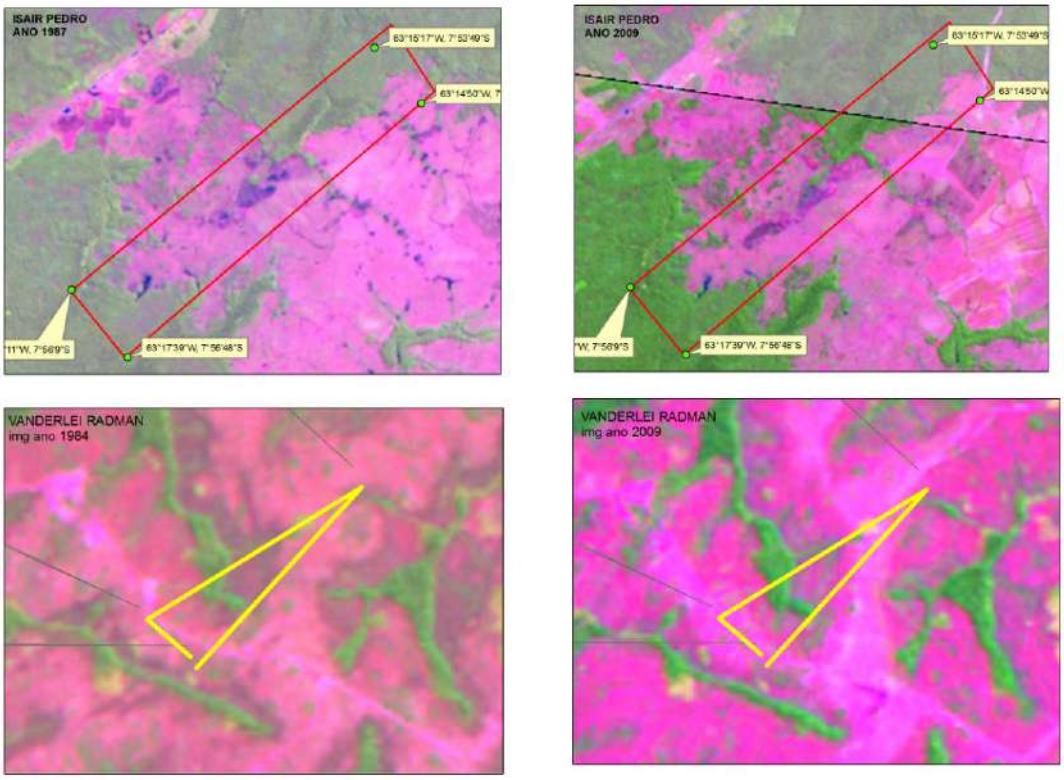


Figura 7.5: Localização das poligonais dos empreendimentos V. Radman na base do mapa do desmatamento segundo Prodes (INPE- 1984 ate 2009)

APENDICE 02- IMAGENS PARA VERIFICAR AREA ABSOLUTA DESMATADA DOS EMPREENDIMENTOS

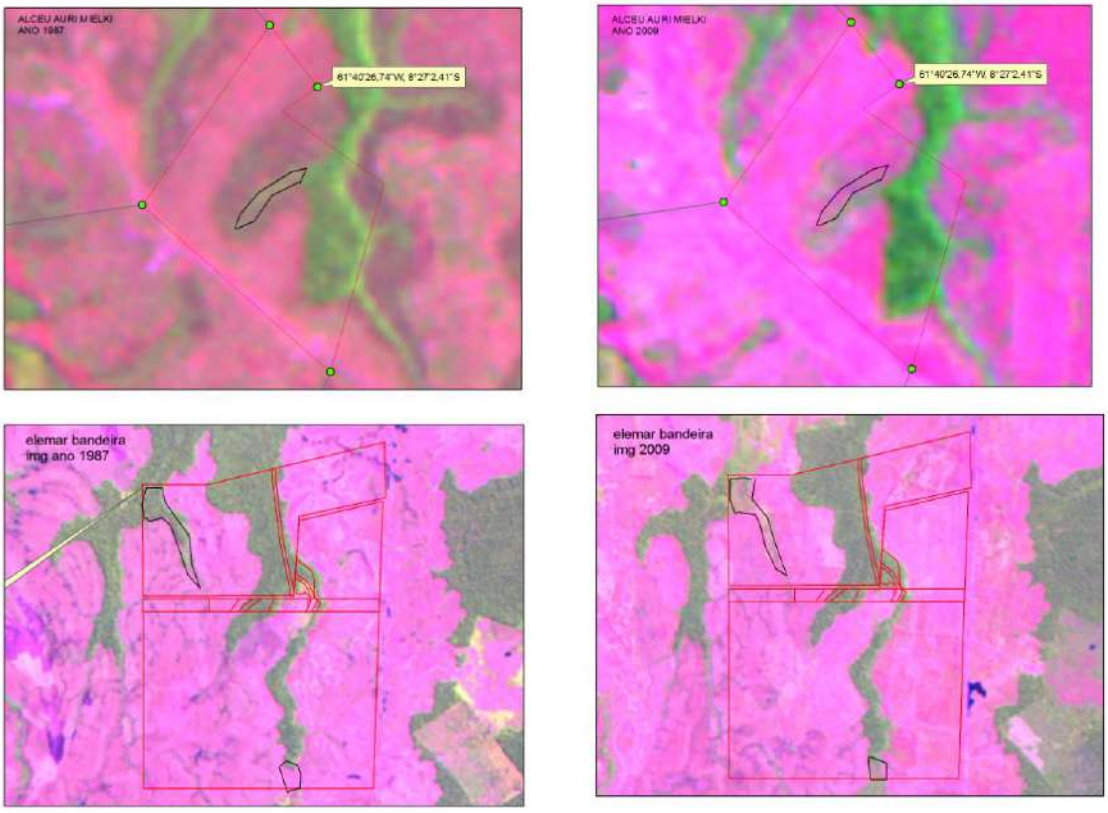


Figura 7.6: Localização dos polígonos na base do mapa do desmatamento segundo Prodes (INPE- 1997 ate 2008)

APÊNDICE 03- Planilhas dos cálculos dos indicadores acessibilidade e de desflorestamento das 6 subáreas

Tabela 1- Resultado das distâncias e dos custos por km das subáreas empregadas na pesquisa

				Distância				Custo km			
Municipio	**Subáreas**	**Produtores**	**Área (Ha)**	**Rodovia**	**Hidrovia**	**Porto velho**	**Porto Itacoatira**	**Rodovia**	**Hidrovia**	**Porto Velho**	**Porto Itacoatiara**
Canutama	Area 1	1.E. L. F. Carvalho	109,13	33,90	105,94	115,25	793,89	0,8814	2,7544	2,9965	13,4961
		E. Cella	310,00								
	Area 2	A.M. Pellucio	194,48	29,91	84,75	356,79	864,02	0,7777	2,2035	9,2765	14,6883
Humaitá = 1920 T	Area 3	6.R. Cazarin	200,00	27,37	42,38	242,38	693,05	0,7116	1,1019	6,3018	11,7819
		7.E. Bandeira	300,00								
		8.M.E.Zaborowsky	200,00								
	Area 4	9.L.J.Zaborowsky	400,00	8,48	16,95	233,9	694,59	0,2204	0,4407	6,0814	11,8080
		11.O. Rossato	250,00								
		12.I.P. Basso	250,00								
		13.S. Basso	126,00								
Manicoré	Area 5	14.A.A.Mielke	45,45	50,85	122,89	369,50	892,20	1,3221	3,1951	9,6070	15,1674
Novo Aripuana	Area 6	15.V. Radmann	61,26	43,16	84,75	411,88	930,82	1,1222	2,2035	10,7088	15,8239

Obs. Os empreendimentos E. Cella e V. Radman possuem dados incompletos que impediram determinar a poligonal de seus empreendimentos.

Tabela 2- Resultado das distâncias e dos custos por km das subáreas empregadas na pesquisa

				INDICADORES DE DISTÂNCIAS				INDICADORES CUSTO			
Municipio	**Subáreas**	**Produtores**	**Área (Ha)**	**Rodovia**	**Hidrovia**	**PPorto Velho**	**Pitacoatiara**	**Rodovia**	**Hidrovia**	**Pvelho**	**PItacoatiara**
Canutama	1	1.E. L. F. Carvalho E. Cella	109,13 310,00	0,029	0,009	0,009	0,001	1,1346	0,3631	0,3337	0,0741
	2	A.M. Pellucio	194,48	0,033	0,012	0,003	0,001	1,2859	0,4538	0,1078	0,0681
Humaitá = 1920 T	3	6.R. Cazarin 7.E. Bandeira 8.M.E.Zaborowsky	200,00 300,00 200,00	0,037	0,024	0,004	0,001	1,4052	0,9075	0,1587	0,0849
	4	9.L.J.Zaborowsky 11.O. Rossato 12.I.P. Basso 13.S. Basso	400,00 250,00 250,00 126,00	0,118	0,059	0,004	0,001	4,5382	2,2691	0,1644	0,0847
Manicoré	5	14.A.A.Mielke	45,45	0,020	0,008	0,003	0,001	0,7564	0,3130	0,1041	0,0659
Novo Aripuanã	6	15.V. Radmann	61,26	0,023	0,012	0,002	0,001	0,8911	0,4538	0,0934	0,0632

APÊNDICE 04 – Programas usados para análise estatística

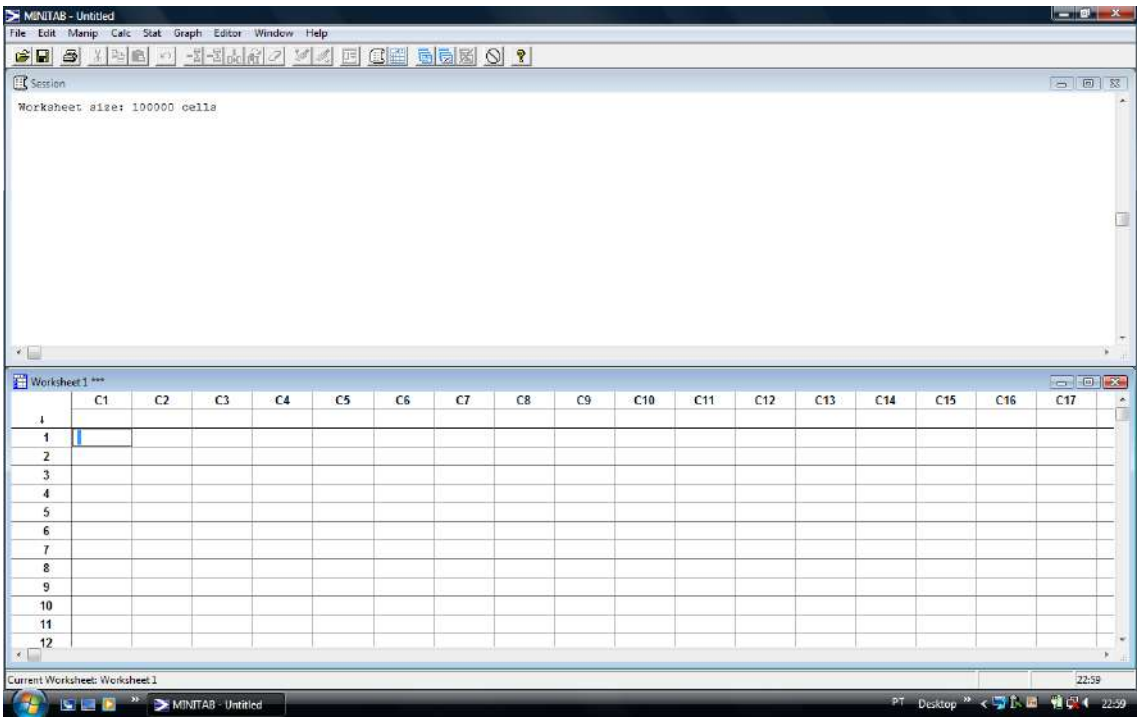


Figura 7.7: Área de trabalho do Minitab

Figura 7.8: Abertura do Bioestat 2.0